



## Projet TEAM: Analyse de cycle de vie du talc de Luzenac

Mikael Assoumaya

### ► To cite this version:

| Mikael Assoumaya. Projet TEAM: Analyse de cycle de vie du talc de Luzenac. 2010. hal-00587104

**HAL Id: hal-00587104**

**<https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00587104>**

Submitted on 29 Apr 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **RAPPORT D'OPTION**

**PROJET TEAM :**  
**ANALYSE DE CYCLE DE VIE DU TALC DE LUZENAC**

**Mikaël ASSOUMAYA**

## Résumé

Rio Tinto est l'un des plus grands groupes miniers international, couvrant six secteurs d'activité dont les minéraux industriels, à travers Rio Tinto Minerals. Cette dernière, réunissant deux industries productrices de minéraux (le talc et les borates), s'impose comme le leader mondial du talc avec une production de plus de 888 000 tonnes chaque année. Le talc est très utilisé dans l'industrie pour de multiples applications telles que le plastique, le papier ou encore la peinture, pour ne citer que celles-là.

Face à l'évolution de la législation concernant la protection de l'environnement, la connaissance, pour une entreprise, de la contribution de ses activités aux émissions de gaz à effet de serre, devient un enjeu majeur. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'analyser le cycle de vie de la production de talc, en prenant pour référence les données de l'année 2008 pour le site de production de Luzenac de l'entreprise Rio Tinto Minerals.

Cette étude (dont le périmètre n'inclut pas la phase de livraison des produits aux clients) s'appuie sur l'utilisation d'un logiciel d'analyse de cycle de vie (TEAM) et s'articule autour de 4 étapes :

- la collecte et le traitement des données ;
- la modélisation du cycle de vie sur TEAM en intégrant la grande diversité des types de talc produits par cette entreprise, ainsi que les différents processus de production ;
- l'exploitation du modèle et l'analyse des résultats ;
- l'analyse de la sensibilité des résultats à certains paramètres et aux principales hypothèses qui ont été retenues pour la modélisation.

---

### Mots clés

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| - Analyse de cycle de vie | - Environnement |
| - Bilan carbone           | - Talc          |
| - Carrières               |                 |



## Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord remercier mon responsable pédagogique Monsieur Damien GOEYT pour sa relecture attentive, ses conseils et recommandations.

De plus, je remercie vivement Madame Marie-Hélène Machado (Chargée d'analyse) avec qui j'ai collaboré sur ce projet, pour l'expérience dont elle m'a faite bénéficier ainsi son appui pendant l'ensemble du projet. Elle a toujours su se montrer disponible et m'a été d'une aide précieuse pour une meilleure compréhension du processus industriel. Pour toutes ces raisons, j'aimerais donc lui témoigner mon entière reconnaissance.

Je tiens également à remercier particulièrement mon tuteur, Monsieur Alexander Kristen pour son suivi et ses conseils avisés. Bien qu'étant encadré par un suivi hebdomadaire au début du projet, j'ai pu apprécier de bénéficier dans le même temps d'une grande autonomie qui témoigne de la confiance qui m'a été accordée.

Je n'oublie pas Madame Isabelle KACZMAR (Responsable du service Hygiène Sécurité Environnement), Monsieur Thierry BONNET (Responsable logistique), ainsi que Monsieur Jean Paul PONS (Responsable usine) pour leur disponibilité, leurs conseils et leur esprit critique face au travail que j'ai réalisé grâce à leur collaboration.

Enfin, j'aimerais souligner également l'accueil chaleureux qui m'a été réservé. J'ai ainsi pu être présenté, dès le premier jour, à l'ensemble des équipes (des bureaux administratifs en passant aussi par les opérateurs de l'usine), ce qui m'a permis de me sentir intégré à l'entreprise dès mon arrivée.



## Sommaire

Introduction .....	11
1) Analyse de la réglementation en vigueur .....	13
1.1 Talc de Luzenac face aux attentes de l'Union Européenne .....	13
1.2 La création d'une plateforme européenne d'analyse de cycle de vie .....	14
1.3 Appui sur les principes de l'étude de l'IMA-Europe pour mener la notre .....	15
1.4 Le cadre fixé par les normes internationales .....	16
1.4.1 Un cadre normatif pour une reconnaissance à l'échelle internationale .....	16
1.4.2 Les grandes phases de l'analyse de cycle de vie .....	18
1.4.2.1 Structure générale de l'analyse de cycle de vie .....	18
1.4.2.2 La phase de définition des objectifs et du champ de l'étude .....	19
1.4.2.3 La phase d'Inventaire du Cycle de Vie (ICV) .....	20
1.4.2.3.1 Flux, calculs, méthodes, unités et validation .....	20
1.4.2.3.2 Affinage de la frontière après analyse de sensibilité .....	20
1.4.2.3.3 L'affectation .....	21
1.4.2.4 La phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie .....	22
1.4.2.4.1 Principes .....	22
1.4.2.4.2 Les éléments obligatoires .....	23
1.4.2.5 La phase d'interprétation .....	23
1.4.2.5.1 Les mesures de précautions avant l'interprétation .....	23
1.4.2.5.2 L'interprétation proprement dite .....	23
1.4.2.5.3 L'identification des enjeux significatifs .....	24
1.4.2.5.4 Le « rapport pour tierce partie » .....	24
2) Notre étude .....	27
2.1 Le contexte .....	27
2.2 Définition des objectifs et du champ d'étude .....	27
2.2.1 Description du processus industriel et définition périmètre .....	27
2.2.1.1 Description globale .....	27
2.2.1.2 Le système extraction (extraction-tri-stockage) .....	28
2.2.1.3 Le système « Séchage standard » .....	31
2.2.1.4 Le système « Broyage standard » .....	32
2.2.1.3 Le système « Sélection » .....	34
2.2.1.4 Le système « Coarse fraction » .....	34
2.2.1.5 Le système « Micronisation » .....	35
2.2.1.6 Le système « Granulation humide » .....	35
2.2.1.6 Le système « Séchage Granulation » .....	36
2.2.1.7 Le système « Packagé » .....	36
2.2.1.8 Le système Vrac .....	37
2.2.1.9 Cas particulier de l'atelier de réparation et des bureaux administratifs ..	37

2.2.1.9.1 La maintenance.....	37
2.2.1.9.2 Les bureaux.....	37
2.2.1.10 La 8 familles retenues.....	38
2.2.1.11 Les systèmes hors périmètres.....	42
2.2.1.11.1 Le système Stéamine : talc traité.....	42
2.2.1.11.2 Station Pilote.....	42
2.2.1.11.3 Cantine.....	42
2.2.2 Définition des critères de coupure des flux.....	43
2.2.3 Types de données.....	44
2.2.4 Exigence relatives à la qualité des données.....	44
2.2.4.1 Représentativité et facteurs temporels.....	44
2.2.4.2 Représentativité et facteurs géographiques.....	44
2.2.4.3 La reproductibilité.....	45
2.2.4.4 La vérification.....	45
2.2.4.5 Les sources des données.....	46
2.2.4.6 L'incertitude des informations.....	46
2.2.4.7 La fidélité et la technologie.....	47
2.2.5 Le choix du logiciel TEAM comme support de l'étude.....	47
2.2.5.1 Pourquoi cet outil ?.....	47
2.2.5.2 Structure interne de l'outil.....	48
2.3 La phase d'inventaire.....	50
2.3.1 Etapes opérationnelles du plan de l'inventaire.....	50
2.3.2 Justification des calculs et règles d'affectation.....	51
2.3.2.1 La prise en compte de l'humidification et du séchage.....	51
2.3.2.2 L'estimation des consommations de diesel et d'essence pour les salaires.....	51
2.3.2.3 La répartition de la consommation du diesel des engins de l'usine.....	52
2.3.2.4 Répartition des consommations d'électricité liées au réseau 3 bars.....	53
2.3.2.5 Répartition des consommations d'électricité liées au réseau d'air 6 bars.....	54
2.3.2.6 Le calcul de l'air consommé et des quantités de talc émis dans l'air après filtrage.....	56
2.3.2.7 La prise en compte des charges circulantes.....	58
2.3.2.8 La prise en compte des expéditions de déclassement au conditionnement.....	58
2.3.2.9 Répartition de la part des « coarse fraction ».....	59
2.3.2.9.1 Détermination du tonnage de coarse fraction alimentant la micronisation.....	59
2.3.2.9.2 Distinction entre le système « coarse fraction » et le système « sélection » (hors coarse fraction).....	60
2.3.2.9.3 Détermination du tonnage de « coarse fraction » destiné au conditionnement.....	61
2.3.2.9 Spécificité du profil de l'électricité de Talc Luzenac France.....	62
2.3.2.10 Clé de répartition du gaz utilisé pour le chauffage.....	63
2.3.2.12 Cas des explosifs.....	64
2.3.2.13 Cas de l'eau d'arrosage.....	66



2.3.2.14 Cas des lubrifiants .....	66
2.3.2.15 Cas de l'exclusion des pneus.....	67
2.3.2.16 Cas du conditionnement : détermination des tonnages en entrée .....	67
2.3.2.16.1 Cas du packagé .....	67
2.3.2.16.2 Cas du vrac .....	69
2.3.2.17 Cas du conditionnement : poids des Big Bags, des sacs et des palettes	71
2.3.2.17.1 Poids moyens des Big Bags et des sacs (mixtes et blancs) .....	71
2.3.2.17.2 Poids de la quantité de bois pour les palettes.....	71
2.3.2.18 Cas de la consommation électrique du conditionnement .....	72
2.3.2.18.1 « Packagés ».....	72
2.3.18.1.2« Vrac » .....	72
2.3.3 Liste des flux et des unités.....	73
2.3.4 Rattachement des données au processus élémentaire et à l'unité fonctionnelle .....	74
2.3.5 La validation des données.....	74
2.4 Contrôle de complétude .....	76
2.4.1 Principe du contrôle.....	76
2.4.2 Affinage de la frontière du système .....	76
2.4.3 Cas des additifs de la granulation .....	76
2.4.5 Cas du packaging.....	77
2.4.6 Cas du chargement des wagons lors du conditionnement Vrac .....	77
2.4.7 Cas de la maintenance .....	78
2.4.8 Cas de l'eau .....	78
2.4.9 Cas de la station pilote.....	79
2.4.10 Cas du talc traité .....	79
2.4.11 Cas du gaz de carburation.....	80
2.4.12 Cas des capteurs de ferraille sur les sécheurs .....	81
2.4.13 Cas de l'électricité .....	81
2.4.14 Cas de la combustion des explosifs .....	81
2.4.15 Electricité des bureaux et des annexes administratives.....	82
2.5 Contrôle de cohérence .....	82
2.5.1 Principe du contrôle.....	82
2.5.2 Cas de l'électricité du conditionnement vrac .....	83
2.5.3 Cas du transport des salariés .....	83
2.5.4 Cas du talc traité .....	83
2.6 Phase d'évaluation.....	84
3) Interprétation des résultats et analyse critique de l'étude.....	87
3.1 Interprétation.....	87
3.1.1 Bilan des émissions CO2 .....	87
3.1.1.1 Analyse relative ramenée au kilo de produit objectif par famille .....	87
3.1.1.2 Identification des enjeux significatifs .....	88
3.1.1.2.1 Analyse par système .....	88
3.1.1.2.2 Analyse par flux.....	90

3.1.1.2.3 Analyse par marché .....	91
3.1.1.2.4 Analyse globale par famille .....	91
3.1.2 Bilan des consommations .....	92
3.1.2.1 Consommations d'eau .....	92
3.1.2.2 Consommation en énergie (diesel, essence, propane) et électricité .....	94
3.2 Contrôle de sensibilité .....	96
3.2.1 Principe du contrôle .....	96
3.2.2 Cas particulier du broyage : affinage en fonction des débits des broyeurs ....	96
3.3 Analyse comparé Talc Luzenac/IMA .....	97
3.4 Recommandations .....	100
3.4.1 Des améliorations de process ? .....	100
3.4.2 Comment améliorer notre impact CO2 ? .....	100
3.5 Comment utiliser ces résultats ? .....	101
3.5.1 Quelles sont les conditions pour mener une analyse comparative ? .....	101
3.5.2 Est-il possible de divulguer des analyses comparatives ? .....	102
3.5.2.1 La revue critique avant divulgation .....	102
3.5.2.2 Principes .....	102
3.5.2.3 La revue critique par un expert interne ou externe .....	103
3.5.2.4 La revue critique par le comité des parties intéressées .....	103
3.6 L'organisation de Work Shop Européen .....	103
Conclusion .....	105
ANNEXES .....	107
Annexe 1 : Présentation simplifiée du processus de production du talc .....	107
Annexe 2: liste des flux finaux (hors flux intermédiaires de calcul) .....	109
Vocabulaire .....	115
Bibliographie .....	117

## Introduction

En 2009, la démarche LCA (Life Cycle Assessment) ou ACV (Analyse du Cycle de Vie) a été initiée afin d'évaluer les impacts environnementaux des produits de Rio Tinto Minerals Luzenac Operations.

L'ACV permet de tirer des conclusions sur de nombreux aspects tant au niveau interne de l'entreprise qu'au niveau externe.

Il est à noter que ce projet ne relève aujourd'hui d'aucune obligation légale mais s'inscrit dans le cadre d'une politique d'entreprise volontariste et désireuse d'anticiper les enjeux aussi bien environnementaux qu'économiques.

Il s'agit en quelques sortes de devancer les obligations réglementaires pour faire face aux nouveaux défis en matière d'énergie et en développant une véritable politique de communication environnementale.

Mais au delà de l'anticipation de la législation et de la démarche environnementale, il s'agit surtout de pouvoir répondre aux attentes des clients qui renouvellent avec grand intérêt leur volonté de connaître l'impact environnemental des produits qu'ils achètent. Cela permettra également de mieux orienter les choix de fournisseurs et les négociations avec eux.

A terme, le but sera d'améliorer la performance des produits et de proposer des offres de plus en plus compétitives en termes de qualité écologique, ce qui permettra également d'améliorer et de renforcer l'image de marque de l'entreprise. De plus, cela assurera un véritable positionnement face à la concurrence des autres producteurs de talc.

Enfin, des résultats concluant permettraient d'appuyer le lobbying européen en matière d'avantage concurrentiel du talc face aux autres minéraux industriels concurrents.



## **1) Analyse de la réglementation en vigueur**

### ***1.1 Talc de Luzenac face aux attentes de l'Union Européenne***

L'un des objectifs de l'Union Européenne est le développement durable, c'est-à-dire : « satisfaire les besoins de la génération d'aujourd'hui sans compromettre ceux des générations futures ».

Le 18 juin 2003, la Commission des Communautés Européennes a publié une « Communication » au Conseil et au Parlement européen ayant pour but d'encourager et de faciliter la mise en place d'ACV, en développant une réflexion environnementale axée sur le cycle de vie.

Il s'agit pour la Commission d'amener à évoluer vers des situations avantageuses à tous les niveaux permettant ainsi d'allier la performance écologique et économique et où à long terme les améliorations environnementales viendront soutenir la compétitivité de l'industrie.

De plus, cette commission a insisté sur un aspect qui s'applique directement à notre cas du Talc. En effet, la commission a mis l'accent sur le fait qu'il ne fallait plus se contenter de mener des analyses sur les sources de pollutions majeures mais surtout mener une « analyse par produit ».

Dans le cas du talc par exemple, en ne considérant que le site de Talc de Luzenac France il est déjà possible de distinguer plus 53 types de produits différents.

De plus, non seulement les produits sont différents mais un même produit peut avoir des conditionnements différents et n'utilisant donc pas les mêmes procédés.

A titre d'exemple, à Luzenac certains produits tels que le talc brut seront conditionnés uniquement en vrac alors qu'au sein des produits micronisés par exemple certains pourront au contraire être conditionnés uniquement en « packagé ». Enfin, certains produits sont à la fois conditionnés en vrac et en packagé.

Cependant, bien que la commission préconise une « analyse par produit », elle ne préconise pas pour autant de mener une analyse détaillée par ligne de produit.

Elle précise au contraire que le but est de mener une étude par produit mais de conserver suffisamment de flexibilité afin de pouvoir faire face à toutes les variantes qui peuvent exister pour un même produit.

De plus, cette Politique Intégrée des Produits (PIP) définie par la Commission des Communautés européennes explique précisément ce qu'elle entend par « cycle de vie ».

Selon la PIP, le but de l'analyse de cycle de vie d'un produit est de tendre à réduire tous ses impacts cumulés sur l'environnement.

Dès lors, cela implique une prise en compte de tous les impacts environnementaux depuis la conception du produit, en passant par son utilisation et jusqu'à sa destruction.

Le but de cette prise en compte totale de toutes ces étapes est d'éviter que l'analyse de cycle de vie soit conduite de telle manière que finalement certains impacts soient complètement mis de côté, ce qui reviendrait à ce que « la charge environnementale soit simplement déplacée ».

La volonté de l'Europe ne semble pas être d'imposer des seuils à ne pas dépasser. Le but serait en réalité d'inciter les entreprises à avoir une démarche volontaire à leur propre rythme et à ensuite envisager des pistes d'amélioration.

Actuellement, aucun projet de loi de taxation n'a encore pu voir le jour. Mais d'une façon plus générale l'Europe explique vouloir parvenir à ce qu'elle a défini comme étant la « vérité des prix ».

L'objectif sera d'intégrer les coûts environnementaux dans le prix du produit. Dès lors, son prix reflètera clairement l'impact de ce produit sur l'environnement.

Cependant, si à long terme des projets de surtaxes sont à l'étude pour les produits les plus « pollueurs », il est pour l'instant hors de question de prendre des mesures au niveau européen qui réduiraient les taxes pour les produits les moins « pollueurs ». Cette initiative d'avantages fiscaux accordés aux produits les moins « pollueurs » sera laissée aux Etats membres eux-mêmes.

Par ailleurs, au-delà de l'aspect législatif qui aujourd'hui semble repoussé à un futur plus ou moins proche, en raison de la crise économique et de l'échec de la taxe carbone en France (qui voulait se positionner comme précurseur), il existe néanmoins déjà un « label écologique de l'Union Européenne ».

Cependant, ce nom peut être trompeur puisque cela ne signifie pas que les produits labélisés ne pollueront pas. En fait, un produit qui se verra attribuer ce label pourra simplement revendiquer le fait qu'il pollue moins que les autres produits concurrents.

## ***1.2 La création d'une plateforme européenne d'analyse de cycle de vie***

En accord avec cette « Communication » qui a été réalisée par la Commission des Communautés européenne, une plateforme européenne d'analyse de cycle de vie (European Platform on Life Cycle Assessment : EPLCA) a été créée dans le but de mettre en place un système de référence européen de données de cycle de vie (European Reference Life Cycle Data System : ELCD).

Afin de compléter cette base de données, les associations européennes ont été invitées à fournir des données précises concernant leurs inventaires (Life Cycle Inventory data : LCI data). Ces données ainsi fournies par ces associations ont dès lors été considérées comme des références.

### ***1.3 Appui sur les principes de l'étude de l'IMA-Europe pour mener la notre***

Reconnaissant l'importance d'une telle base de données, l'IMA-Europe (Industrial Minerals Association- Europe) a activement participé à la mise en place de ce projet. Cette association fut fondée en 1993 afin de représenter à l'échelle européenne l'ensemble du secteur des minéraux industriels.

Depuis sa création, son nombre d'adhérents a rapidement augmenté et atteint aujourd'hui 90% des producteurs européens de minéraux industriels. Cette association bénéficie donc d'une certaine légitimité en tant que porte parole de ce secteur et est consultée en tant que tel aussi bien par les institutions européennes que par les autorités nationales.

En 2008, dans son plan d'action sur le développement durable, l'IMA-Europe a donc lancé un projet d'analyse de cycle de vie sur les principaux minéraux industriels produits par ses membres.

Ainsi, 7 types de minéraux industriels ont été retenus:

- le carbonate de calcium (utilisé en tant qu'additif dans les revêtements et la peinture ou comme fibre pour le papier...)
- le talc micronisé (utilisé comme additive en peinture, dans la fabrication du papier ou encore du plastique...)
- le sable siliceux sec (utilisé pour la production du verre, des céramiques, matériaux de construction...)
- les granulés de bentonite calcique naturelle (utilisés comme composant principal des litières pour animaux domestiques ou comme absorbant dans les procédés de purifications d'eau usagée...)
- le kaolin (utilisé dans la composition des plastiques pour ses propriétés de résistance aux attaques chimiques ou dans la peinture pour ses propriétés optiques...)
- les feldspaths bruts (utilisés dans la production de céramique ou de plastique...)
- l'argile plastique (utilisée pour la production des tuiles et des briques ou de la vaisselle...).

Les données ainsi récoltées pour les différentes LCI (Life Cycle Inventory) sont en accord avec les normes ISO 14040 et 14044 et ont été traitées par Ecobilan (une société de consulting indépendante appartenant à PriceWaterHouseCoopers) qui est reconnu internationalement pour son expertise au niveau des ACV.

Les données relatives aux minéraux mentionnés ci-dessus ne couvrent pas les étapes d'utilisation et de fin de vie des produits, ni même les transports des produits jusqu'aux clients.

En d'autres termes, les données récoltées correspondent aux étapes de production. C'est-à-dire les étapes telles que l'extraction, le concassage, le séchage, le broyage, le packaging (...).

L'ensemble des données de consommations et d'émissions ont été récoltées pour chaque étape de production pour l'ensemble des sites participant au projet et des valeurs moyennes ont ensuite été retenues.

Les valeurs finales ont été obtenues en sommant les étapes appropriées pour chaque produit.

La méthode ACV est aujourd'hui une méthode reconnue afin de déterminer l'impact global d'un produit ou d'un service, puisqu'elle prend en compte l'ensemble des consommations et des émissions lié à l'ensemble de la vie d'un produit.

Lors de la réalisation de notre ACV pour le site de Rio Tinto Minerals Luzenac Operations, une importance particulière a été accordée à l'obtention et à la présentation rapide des premiers résultats.

Dès lors, il a été décidé dans le but de gagner du temps de s'appuyer sur les principes de l'étude réalisée en 2008 par l'IMA-Europe et qui était elle-même censée s'inscrire dans le respect de la norme ISO 14040.

Cependant, une fois nos résultats obtenus nous ne pouvions nous permettre de les présenter sans avoir pris le temps de consulter les normes de bases essentielles à la réalisation de toute ACV.

Cela a donc donné lieu dans un deuxième temps à une analyse d'écart entre notre étude et les principes fixés par la norme.

## ***1.4 Le cadre fixé par les normes internationales***

### **1.4.1 Un cadre normatif pour une reconnaissance à l'échelle internationale**

Actuellement, aucune loi ne régit la démarche d'ACV. Cependant, bien que le cadre législatif ne soit pas encore en place, il existe toutefois des normes afin de pouvoir réaliser un travail qui soit crédible au point de vue international, reproductible et qui puisse surtout être vérifié.

Ainsi, deux normes ISO (International Organisation for Standardisation) sont actuellement en vigueur afin de décrire la méthode de travail et présenter les différentes options pour la réalisation des Analyses de Cycle de Vie.



Il s'agit des normes :

- « ISO 14040 :2006 Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre »
- « ISO 14044 : 2006 Management environnemental -Analyse du cycle de vie -Exigences et lignes directrices »

La norme ISO 14040:2006 fixe les principes et le cadre applicables à la réalisation d'analyses du cycle de vie.

Cette norme ne décrit pas en détail la technique de l'analyse du cycle de vie, ni les méthodologies spécifiques de chacune de ses phases mais elle fixe un certain nombre d'éléments à respecter.

Tout d'abord la norme définit une ACV comme étant la compilation des intrants et des extrants du système (c'est-à-dire la phase l'inventaire) avec l'évaluation des impacts environnementaux potentiel du système au cours de son cycle de vie.

De plus, il est important de noter que le cycle de vie prend en compte l'ensemble des étapes liées à la vie du produit. En effet, il est défini comme étant l'ensemble des phases consécutives et liées à un système de produits, de l'acquisition des matières premières ou de la génération des ressources naturelles, en passant par la fabrication, l'utilisation jusqu'au traitement de fin de vie et l'élimination finale du produit.

Nous verrons que dans le cas de notre étude liée au talc, nous nous sommes arrêtés « aux portes de l'usine », ce qui exclu les phases de transport du produit, son utilisation et son élimination.

Il faudra alors se demander dans quelle mesure il nous sera possible de dire que nous nous positionnons dans le cadre d'une ACV et quelle crédibilité peut avoir cette étude dès l'instant où elle s'écarte des critères de la norme.

Si la norme ISO 14040 :2006 fixait les principes et le cadre pour la réalisation d'analyses de cycle de vie, la norme ISO 14044 :2006 va, elle s'intéresser aux exigences liées à cette analyse et fournir des lignes directrices pour mener ces études.

## 1.4.2 Les grandes phases de l'analyse de cycle de vie

### 1.4.2.1 Structure générale de l'analyse de cycle de vie

Selon les normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006, une analyse de cycle de vie s'articule autour de 4 grandes phases qui sont elles même constituées d'un ensemble d'étapes.

La figure 1 présente donc les principales phases de l'ACV ainsi que leurs interrelations.

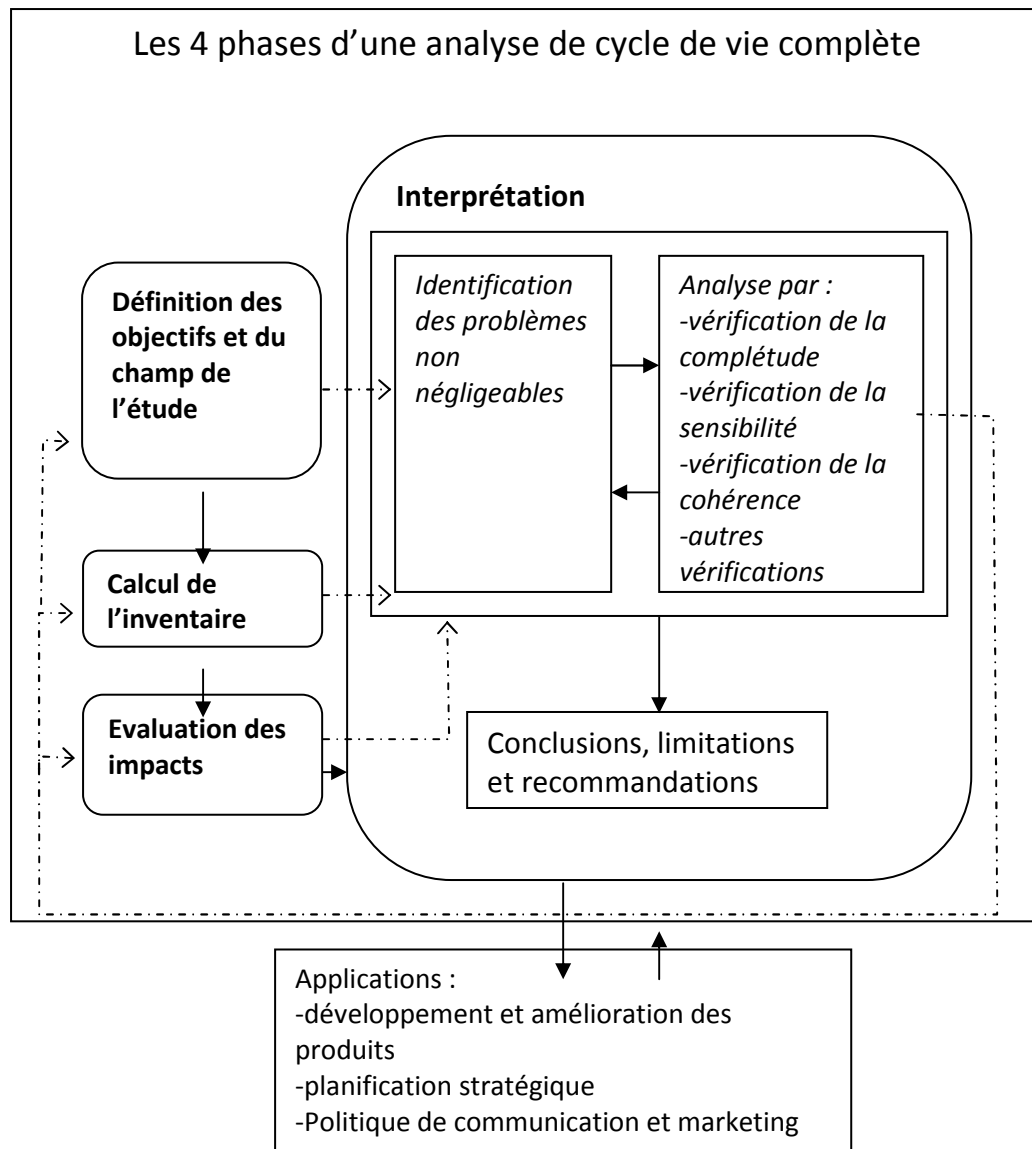


Figure 1 : organisation des principales phases de l'analyse de cycle de vie

#### *1.4.2.2 La phase de définition des objectifs et du champ de l'étude*

Avant de débiter toute ACV, il est important de définir les objectifs de l'étude en précisant :

- l'application qui sera fait de cette étude
- les raisons qui ont conduit à réaliser l'étude
- le public qui sera concerné par l'éventuelle communication des résultats
- si l'on souhaite également faire des « affirmations comparatives » avec d'autres études et donc les conclusions seront destinées à être divulguées

De plus, cette première phase devra également définir le champ de l'étude permettant de délimiter le domaine d'application.

Lors de cette phase, il convient d'être le plus précis possible afin de s'assurer d'avoir un domaine d'application qui corresponde à l'ampleur de l'étude et d'avoir un niveau de détail qui soit suffisant afin de répondre aux objectifs de l'étude.

Ainsi, la définition du domaine d'application devra préciser :

- le système de produits à étudier
- les fonctions du système de produit ou des systèmes dans le cas d'études comparatives
- l'unité fonctionnelle qui permet de fournir une référence à laquelle les intrants et les extrants au système seront liés (la définition de cette unité fonctionnelle est très importante afin de pouvoir assurer des comparaisons de résultats entre des choses comparables)
- la frontière du système de produit décrivant avec précision tous les modèles, les étapes prises en compte et les critères de coupure (il ne sera pas nécessaire d'investir trop de ressource à l'obtention de données qui ne modifieront pas sensiblement les conclusions de l'étude)
- les règles d'affectation
- les catégories, méthodologie et interprétation des impacts que l'on souhaite étudier
- les exigences initiales relatives à la qualité des données
- les informations relatives aux types et aux sources de données
- les hypothèses de départ
- les limitations
- le plan initial pour la réalisation de la phase d'inventaire
- le type de revue critique si nécessaire en justifiant les raisons de sa réalisation ainsi que ses destinataires
- le type et le format du rapport spécifié pour l'étude (rapport uniquement de méthodologie, rapport de communication avec ou sans revue critique...)

Une fois tous ces éléments clairement définis, la collecte et le traitement des données peuvent alors débiter.

### *1.4.2.3 La phase d'Inventaire du Cycle de Vie (ICV)*

#### 1.4.2.3.1 Flux, calculs, méthodes, unités et validation

Selon la norme, la phase d'Inventaire du Cycle de Vie (ICV) ne doit pas se contenter de lister l'ensemble des données qui ont été récoltées.

En effet, deux catégories de données peuvent être distinguées : celles qui sont directement exploitables afin de réaliser les calculs et celles qui avant utilisation vont nécessiter un traitement lors d'une phase de pré-calcul.

Cette phase de pré-calcul pourra concerner des intrants et des extrants au système de façon linéaire. Mais certains pré-calcul pourront également être dû au niveau de complexité du processus industriel et nécessiteront eux aussi d'être explicités.

En effet, dans la pratique il existe peu de processus industriels qui ne produisent qu'un seul produit en sortie.

Qui plus est, il est rare qu'il y ait des processus industriels de production qui soit totalement linéaires. La réalité nous montre qu'à l'intérieur même de ces processus il existe des boucles de retour qui permettent de recycler les produits intermédiaires ou les rebus, en les réinjectant dans les circuits en tant que matières premières.

Dès lors, cette phase de pré-calcul devra être la plus transparente possible en explicitant les hypothèses, méthodes ainsi que les règles d'affectation des flux qui ont été retenues.

Par ailleurs, il sera important de faire ressortir dans cet inventaire, le niveau de difficulté qui a été rencontré pour l'obtention de certaines données. Ainsi, le rapport d'étude tiendra compte des contraintes pratiques sur le recueil des données et s'accordera à justifier les moyens mis en œuvre pour la validation des données.

#### 1.4.2.3.2 Affinage de la frontière après analyse de sensibilité

De plus, après avoir validé l'ensemble des données il sera nécessaire de procéder à un affinage de la frontière de l'étude en réalisant une analyse de sensibilité.

Cette analyse a pour but de déterminer l'importance des intrants et des extrants tout en s'appuyant sur le périmètre qui avait été défini dans le champ de l'étude. Les résultats de ce processus d'affinage doivent être documentés.

Cette analyse de sensibilité peut conduire à :

- l'exclusion d'un certain nombre d'étapes élémentaires lorsque leur manque d'importance est révélé par l'analyse de sensibilité

- l'exclusion d'intrants et d'extrants manquant d'importance suite à l'analyse de sensibilité
- l'introduction de nouveaux processus élémentaires, d'intrants ou d'extrants dont l'importance est démontrée dans l'analyse de sensibilité

Enfin, la liste des flux et des calculs s'y rapportant devra être accompagnée d'une liste des unités utilisées et des dessins des diagrammes des flux de processus spécifiques décrivant tous les processus élémentaires à modéliser, ainsi que leurs interrelations.

#### 1.4.3.2.3 L'affectation

Les intrants et les extrants doivent être affectés aux différents produits suivant des procédures qui doivent être clairement définies, documentées et expliquées avec la règle d'affectation.

La norme demande à ce que la démarche d'affectation s'organise autour de 3 règles.

Dans un premier temps, il faut essayer autant que faire se peut de ne pas avoir recours à ces règles d'affectation. Ainsi on peut être amené à diviser un même processus élémentaire en deux sous-processus (ou plus) afin d'avoir accès directement aux données liées à ces sous-processus.

Dans un deuxième temps, lorsque l'affectation ne peut être évitée il faut alors trouver des règles de répartition des flux de manière à rendre compte le plus fidèlement possible des relations physiques qui existent entre les deux sous-systèmes.

Enfin, dans certains cas, la seule « relation physique » ne suffit pas à pouvoir déterminer les règles d'affectation. Dès lors, on pourra également tenir compte d'autres relations mutuelles comme par exemple une affectation en fonction de la valeur économique des produits.

Il convient de noter que la norme précise que si une règle d'affectation est utilisée pour un produit sortant qui doit être réutilisé alors il faudra réutiliser la même règle d'affectation lorsque ces produits sortant seront vu comme produits intrants.

Une fois cette phase d'ICV réalisée, il est alors possible d'enchaîner avec la phase d'évaluation.

#### *1.4.2.4 La phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie*

##### 1.4.2.4.1 Principes

Cette phase a pour but d'évaluer, à partir des résultats listés dans l'inventaire, l'ampleur des impacts environnementaux.

La phase d'évaluation se fait après avoir choisi un certain nombre d'évaluations d'impacts.

En effet, des regroupements peuvent être faits en fonction des impacts contribuant au même phénomène. A titre d'exemple, les gaz à effet de serre (dont le CO<sub>2</sub>) sont tous des impacts contribuant au même phénomène qu'est l'effet de serre.

Une nouvelle fois, la norme insiste sur le fait que la transparence est un « facteur critique » lors de cette phase d'évaluation. En effet, c'est bien cette transparence qui permettra de garantir que les hypothèses retenues avant les calculs, avait été clairement et suffisamment définies et communiquées afin qu'elles soient bien prises en compte. Il s'agit de montrer que les hypothèses de départ ont bien été respectées.

De même que pour les calculs lors de la phase de l'inventaire, si des hypothèses sont également faites lors des calculs de la phase d'évaluation : il conviendra d'explicitier clairement tous les choix d'utilisation de valeurs subjectives ou non.

Par ailleurs, il conviendra d'explicitier deux types de limitations liées à l'étude :

- les limitations en termes de choix d'impacts à analyser
- les limitations liées aux incertitudes des données

En effet, l'analyse de cycle de vie recouvre un ensemble d'impacts considérables. Il n'est donc évidemment pas possible d'étudier tous les types d'impacts.

C'est pourquoi dès la définition des objectifs, il convient de définir précisément les types d'impacts qui seront étudiés afin de répondre aux objectifs.

Dès lors, si la réalisation d'une ACV implique la prise en compte de toutes les étapes de la vie du produit, cela n'implique pas pour autant de tirer des conclusions sur tous les types d'impacts qui sont engendrés.

Ainsi, une ACV n'est donc pas une étude exhaustive de tous les impacts environnementaux référencés et n'aborde que des problèmes environnementaux clairement annoncés dans les objectifs.

Enfin, au-delà des limites fixées en termes de périmètre et d'impacts à étudier, il existe une deuxième limite à l'ACV et qui est liée à l'incertitude sur certaines données.

Il peut s'agir d'incertitude sur les valeurs elles même, sur les calculs, mais également sur les règles d'affectation ou de répartition des valeurs.

C'est pourquoi il sera demandé de faire preuve d'un maximum de clarté concernant l'obtention de l'ensemble des données.

#### 1.4.2.4.2 Les éléments obligatoires

La norme ISO 14044 définit 3 éléments obligatoires à respecter pour la phase d'évaluation :

- la sélection des catégories d'impact, des indicateurs de catégorie et des modèles de caractérisation
- l'attribution des résultats de l'ICV aux catégories d'impact sélectionnées
- le calcul des résultats d'indicateurs de catégories

#### *1.4.2.5 La phase d'interprétation*

##### 1.4.2.5.1 Les mesures de précautions avant l'interprétation

L'étude devra faire l'objet d'une validation en réalisant:

- si nécessaire une collecte de données complémentaires
- un contrôle de complétude
- un contrôle de sensibilité
- un contrôle de cohérence

##### 1.4.2.5.2 L'interprétation proprement dite

Cette phase permet d'apporter une réponse aux objectifs fixés dans la première phase sous forme de conclusions et de recommandations.

Lors de cette phase d'interprétation, l'accent devra être mis sur l'aspect « relatif » des résultats qui sont toujours définis en fonction d'unités fonctionnelles.

En outre, il conviendra de préciser que ces résultats ne permettent que d'indiquer les effets environnementaux potentiels sans prévoir ni les effets réels ni les éventuels dépassements de seuil, comme le rappelle la norme.

Puis un rapport complet devra être réalisé sur l'ensemble des hypothèses, des choix de données afin d'être réutilisé en tant que support par la suite.

#### 1.4.2.5.3 L'identification des enjeux significatifs

La norme iso 14044 :2006, précise qu'il ne suffit pas de mener une analyse générale sur un système donné. En effet, il conviendra également d'identifier les enjeux significatifs de cette étude.

Cette analyse a pour but de zoomer l'étude en faisant un détail des étapes les plus contributives aux impacts puis des flux les plus contributifs au sein des étapes.

#### 1.4.2.5.4 Le « rapport pour tierce partie »

Certaines des parties du « rapport pour tierce partie » figurent déjà dans le rapport d'étude, à savoir :

- les objectifs et le champ de l'étude
- les données qui ont été utilisées, les méthodes de recueil des données, les hypothèses et les limites de l'étude.
- le niveau de qualité des données
- les critères de coupure et les effets de la sélection des résultats
- les principes et règles d'affectation
- la description précise des processus élémentaires
- la phase d'évaluation détaillée avec l'ensemble des calculs
- la présentation des impacts finaux
- les relations entre les résultats de l'évaluation et les objectifs et le champ de l'étude
- les limitations des résultats par rapport aux objectifs et au champ de l'étude
- préciser les catégories d'impacts qui auront été retenues
- les modèles de caractérisation, les facteurs et mécanismes environnementaux et le profil des résultats d'indicateur
- la « nature relative » des résultats devra de nouveau être mise en exergue
- les hypothèses sur la production d'électricité
- l'analyse de sensibilité pour l'affinage de la frontière du système

D'autres éléments plus spécifiques doivent aussi être intégrés au « rapport pour tierce partie » :

- le nom du commanditaire et le réalisateur de l'étude
- la date du rapport
- des précisions expliquant que l'étude a été réalisée en conformité avec les normes ISO
- le lien entre les résultats de l'évaluation d'impacts et de l'inventaire devra être explicité (concrètement il faut montrer quel flux de l'inventaire est à l'origine de quel impact)
- préciser comment ont été faits les choix des unités fonctionnelles.



Enfin, toute communication ayant pour objet de mener une analyse comparative avec les résultats d'une autre étude, devra également inclure :

- une revue critique qui aura pour but de vérifier que l'étude qui a été menée est bien conforme à tous les principes de l'analyse de cycle de vie
- une analyse des flux de matière et d'énergie pour justifier leur inclusion et leur exclusion
- une évaluation de la précision, de la complétude et de la représentativité des données utilisées
- une évaluation de la complétude de la phase d'évaluation
- une description de l'équivalence des systèmes comparés
- une mention indiquant si une acceptation internationale existe ou non pour les indicateurs de catégorie sélectionnés et une justification de leur utilisation
- une explication de la validité scientifique et technique et de la pertinence environnementale des indicateurs de catégorie utilisés dans l'étude
- les résultats des analyses d'incertitude et de sensibilité
- une évaluation de la signification des différences trouvées.



## **2) Notre étude**

### **2.1 Le contexte**

Le talc est utilisé dans de nombreux secteurs industriels: industrie papetière, industrie de la céramique, industrie des peintures, des matières plastiques, industrie cosmétique, industrie pharmaceutique, industrie agroalimentaire.

TALC DE LUZENAC FRANCE est une société du Groupe Luzenac, leader mondial du talc. Depuis fin 1988, le Groupe Luzenac est une filiale de RIO TINTO, deuxième groupe minier international.

Comme le soulignait le rapport de la Commission des Communautés européennes en 2003, en plus du grand nombre de variantes qui peuvent exister pour un même produit, il existe également des procédés de fabrication de plus en plus complexes.

Dès lors, seuls les concepteurs des produits possèdent une véritable connaissance de leurs produits et ils sont donc par voie de conséquence, à placer en première ligne des démarches ACV.

En effet, les autorités de régulation extérieures à la conception des produits auront le plus grand mal à maîtriser les procédés de fabrication et à déceler les pistes d'amélioration envisageables en termes d'évolutions des techniques utilisées.

Voilà pourquoi il est essentiel que ce soit directement les concepteurs et les producteurs qui soient impliqués dans la réalisation de leur ACV.

### **2.2 Définition des objectifs et du champ d'étude**

#### **2.2.1 Description du processus industriel et définition périmètre**

##### *2.2.1.1 Description globale*

Une des problématiques a été de définir un périmètre pour cette étude. En effet, Rio Tinto Minerals ayant décidé d'anticiper les mesures législatives à venir en matière d'impact environnemental de ses produits, elle ne pouvait donc pas prendre appui sur un cadre pré déterminé.

Des choix ont donc dû être fait concernant les étapes, processus industriels, systèmes, flux intrants et extrants. Dès lors il était nécessaire de décrire précisément l'ensemble du processus industriel afin de pouvoir définir clairement notre périmètre d'étude.

Les activités exercées, à partir du minerai brut extrait sur la carrière de Trimouns, sont les suivantes:

- le tri optique après lavage et criblage
- le stockage du talc brut
- le concassage
- le séchage
- le broyage (incluant le broyage standard et la micronisation)
- la sélection
- le conditionnement,
- les expéditions

Lors de cette étude les immobilisations matérielles n'ont pas été prises en compte. Dès lors nous n'avons pas cherché à calculer l'impact de la construction des bâtiments ou la fabrication des machines elles-mêmes.

Reprenons donc l'ensemble des étapes depuis l'extraction du talc jusqu'aux portes de l'usine afin de repérer les systèmes et les flux à prendre en compte.

#### *2.2.1.2 Le système extraction (extraction-tri-stockage)*

L'extraction est réalisée à ciel ouvert : découverture très mécanisée à l'aide de foreuses, chargeuses, dumpers et avec un ratio de 8 tonnes de découverture pour 1 tonne de talc.

Dès lors il sera nécessaire de prendre en compte pour l'étude non seulement le talc brut extrait mais également tout le stérile qui aura été déplacé car ce stérile déplacé correspond à une perturbation du milieu originel.

Au départ de la carrière à Trimouns il est possible de répertorier 18 qualités différentes de talc qui sont ensuite réduites à 15 après passage à la station de tri.

Comme expliqué précédemment il est nécessaire de définir un niveau de détail de l'information. Dès lors nous avons décidé de fusionner les étapes extraction-tri-stockage puisque nous ne disposons pas du détail des consommations de ces trois étapes prises individuellement. De plus, ce niveau de détail n'aurait pas été pertinent pour les besoins de l'étude.

Par contre nous disposons de l'ensemble des consommations liées à la carrière incluant la station de tri et le stockage. Nous allons donc regrouper les étapes d'extraction, de tri et de stockage en un même système que nous appellerons « extraction ».

Se pose alors la question du transport entre ces étapes.

Entre chaque étape, il est nécessaire d'avoir une phase de transport. Dès lors, étant donné que le projet TEAM est destiné à être dupliqué au niveau des autres filiales, il

fallait définir une règle claire afin que toutes les filiales adoptent le même raisonnement. Ainsi pour savoir à quel système il fallait imputer le transport du talc entre deux étapes nous nous sommes demandé : « dans quel but ce talc est il déplacé ? ».

C'est la raison pour laquelle étant donné que le stockage et le tri ont été intégrés au système extraction, il était donc nécessaire d'imputer au système extraction le transport entre l'extraction et le tri. De même, le transport entre la station de tri et le stockage (de Trimouns à Luzenac par un téléphérique de 5,5 km de long et de 1000 m de dénivelée) est également imputé au système extraction.

Par ailleurs, les différentes qualités stockées sont reprises par le choleur pour alimenter les chaînes de séchage et sont mélangées pour donner d'autres qualités. Cependant, nous avons décidé de ne pas imputer ce transport (entre le stockage et l'atelier de production) au système extraction puisque son but n'est pas lié à une des 3 étapes du système « extraction » (extraction-tri-stockage).

La figure 2 permet donc de présenter le périmètre qui a été pris en compte afin de savoir comment les étapes de transport entre deux ateliers devaient être réparties.

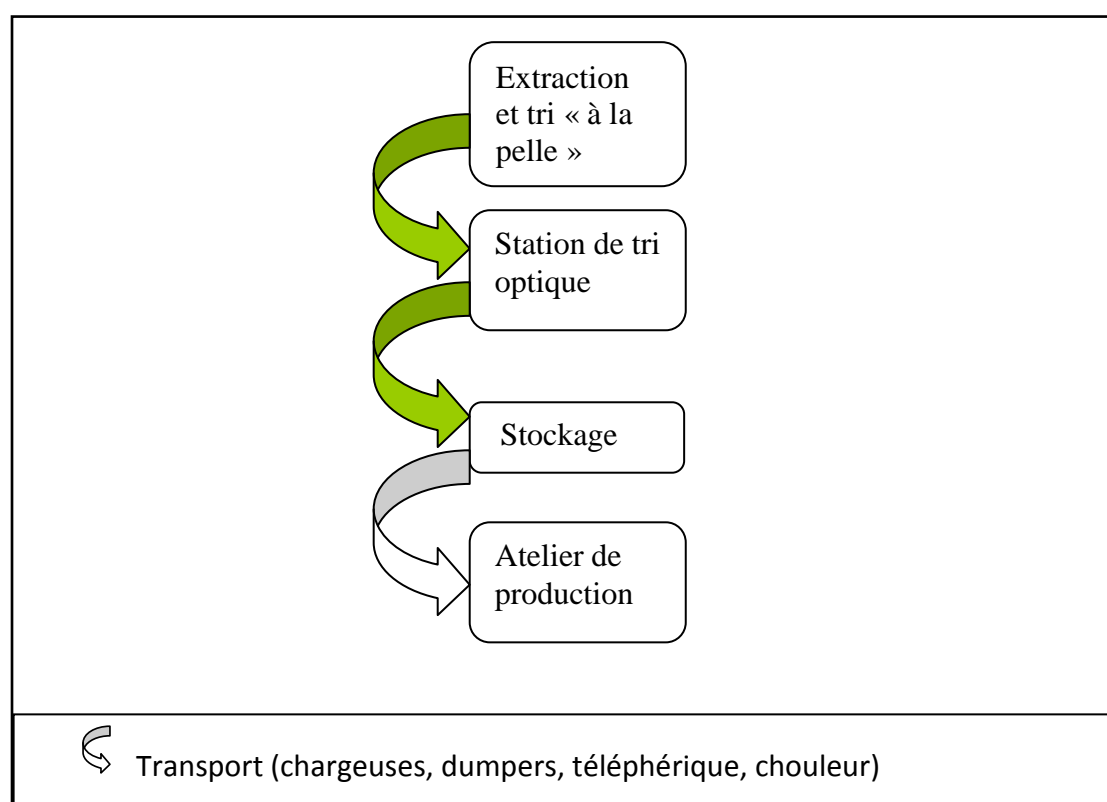


Figure 2 : La prise en compte du transport dans le système nommé « extraction »

Par ailleurs, lors de cette étape nous avons choisi de prendre en compte toute l'eau industrielle qui a été consommée (même l'eau d'arrosage qui en partie retourne vers le sol et également l'eau de lavage bien qu'elle soit traitée).

Pour les besoins en eau liés au lavage des engins, l'approvisionnement est réalisé depuis un prélèvement dans le canal d'amenée des eaux de l'Ariège à la centrale hydroélectrique de LUZENAC, depuis un prélèvement sur le ruisseau Vernaux à la station de tri et depuis un prélèvement sur le ruisseau du Labail. Cette eau a donc également été comptabilisée.

### 2.2.1.3 Le système « Séchage standard »

Le séchage a pour but de réduire l'humidité du « talc tout venant » de 6-8% à 0,5-1% et de diminuer la granulométrie de 100 mm à 30 mm. Or nous ne disposons que des informations liées aux tonnes de talc en sortie des différents ateliers. Il ne faudra donc pas oublier prendre en compte la variation de masse en entrée liée à cette humidité initiale.

Il existe cinq chaînes pour assurer le séchage du minerai et donc 5 fours fonctionnant tous au gaz propane. Il s'agit de fours rotatifs dont 4 ont une puissance thermique de 1,5 MW (capacité nominale 16 tonnes/heure chacun) et le dernier une puissance thermique de 2 MW (capacité nominale 18 tonnes/heure).

Nous avons décidé de ne pas faire de distinction entre les fours de séchage et considérer les 5 fours comme un unique four.

Nous n'allons pas lister en détail tous les éléments des chaînes de séchage mais nous allons présenter les éléments qui impliquent une prise en compte particulière dans le cadre spécifique de notre étude.

Ainsi nous retiendrons que les chaînes de séchage sont en outre constituées des éléments suivant :

- Un ensemble de deux trémies à tiroir contenant le talc tout venant alimenté par une chargeuse. Il conviendra donc d'estimer les consommations de diesel liées à ces chargeuses (information que nous ne possédons que pour l'ensemble des véhicules pour toute l'usine)
- Un détecteur de ferraille arrêtant la bande dès la présence de métaux. Nous avons décidé de ne pas prendre en compte ces quantités de ferraille.
- Un four sécheur rotatif fonctionnant au gaz. Il faudra donc tenir compte de l'impact de la production de ce gaz.
- Une chambre de combustion équipée d'un brûleur à gaz produisant la chaleur nécessaire à la combustion. Lors du calcul d'impact il faudra donc non seulement calculer l'impact lié à la consommation du propane mais également calculer les émissions liées à cette combustion

La figure 3 illustre le fonctionnement des fours sécheur et met en évidence le fait qu'il faudra aussi tenir compte de la combustion du propane.

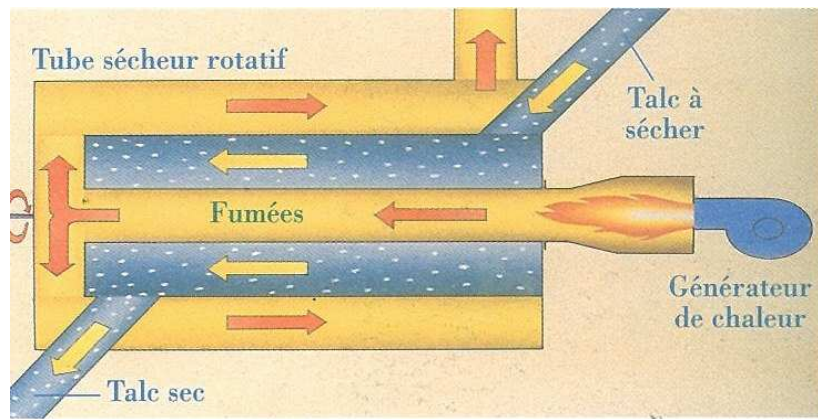


Figure 3: Principe de fonctionnement d'un four rotatif

- Un générateur d'air chaud empêchant la condensation de la vapeur d'eau sur les toiles des filtres en envoyant de l'air chaud. Actuellement il est vrai qu'il n'y a aucune législation concernant la consommation de l'air mais dans un souci d'anticipation c'est une donnée que nous allons estimer pour chaque système
- Un filtre retenant les poussières contenues dans les buées avant d'être rejetées dans l'atmosphère. Nous avons considéré que ces vapeurs ont été « totalement » filtrées et nous n'avons pas cherché à évaluer les éventuelles émissions qui seraient passées outre le système de filtrage
- Un élévateur reprenant les fines séchées et les pierres concassées à la sortie du four pour être stockées dans les silos de talc sec. Bien que ces silos de stockage soient situés en aval de l'atelier de séchage, la phase de stockage et donc le transport qui y est lié sont inclus dans ce sous-système « séchage ».

#### 2.2.1.4 Le système « Broyage standard »

Le broyage a pour but de réduire la granulométrie du talc séché de 30 mm aux différentes granulométries des produits de talc en poudre. Cette activité est réalisée dans 5 locaux, situés à proximité du bâtiment abritant le séchage.

De nouveau le raisonnement est le même : le transport entre le séchage et le broyage sera imputé au broyage.

Lors de cette phase de broyage que nous avons nommé « broyage standard », nous avons exclu les phases de « micronisation » et de « sélection ». En effet le « broyage standard » a pour but de broyer le talc afin d'obtenir des mailles 25  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$  ou 75  $\mu\text{m}$ . Cependant bien que la phase de « micronisation » ait également pour but de broyer le talc, nous avons choisi de la mettre de côté en les considérant comme un système à part (permettant d'atteindre des mailles beaucoup plus fines allant jusqu'à 2 $\mu\text{m}$ ).

Par ailleurs, au sein même du broyage standard on dénombre 17 broyeurs différents. Or la gestion de ces broyeurs (et donc leurs consommations énergétiques) est faite



par informatique en mesurant en temps réel des paramètres tels que le débit de talc, vitesses du broyeur et du séparateur, dépression à l'étage de sélection et débit d'air.

Dès lors on comprend bien que deux broyeurs peuvent avoir des propriétés identiques mais selon la façon dont ils sont utilisés, ils n'auront pas les mêmes consommations.

Au début de l'étude il avait été décidé de ne pas faire cette distinction entre les broyeurs et de considérer un système global de broyage standard.

Cependant les broyeurs n'ont pas les mêmes débits. Donc un talc qui a été broyé à partir d'un broyeur à haut débit aura un rendement énergétique plus élevé qu'un talc broyé à partir d'un broyeur à plus faible débit.

Nous avons donc décidé qu'une analyse de sensibilité serait faite par la suite pour savoir si l'on pouvait effectivement regrouper l'ensemble des broyeurs du standard.

La figure 4 met en évidence les spécificités liées à un broyeur et montre que le broyage dépend donc d'un certain nombre de paramètres qui pourront ou non être pris en compte selon le niveau de détail de l'étude.

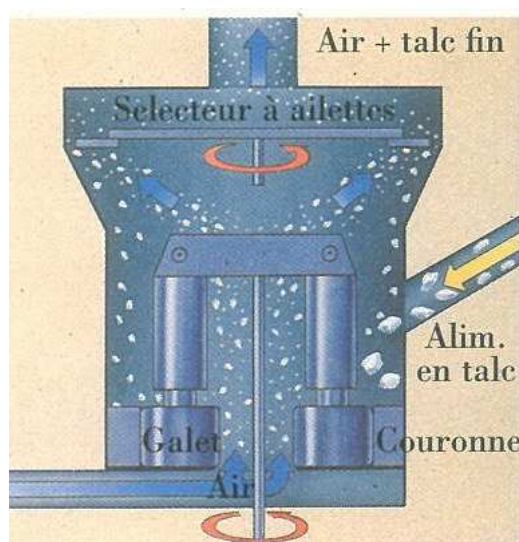


Figure 4 : Principe général de fonctionnement d'un broyeur

Ce talc broyé peut devenir soit un produit fini expédié vers les ateliers de conditionnement soit un produit semi-fini qui sera donc expédié vers les ateliers de « micronisation » ou de « sélection » afin d'en augmenter la finesse.

Cependant une partie de ce talc standard séché et broyé peut parfois rester encore trop grossière (en termes de granulométrie) et va être directement renvoyée à l'entrée du broyage. Cela constitue ce que l'on appelle des charges circulantes et il sera donc nécessaire de préciser dans la phase d'inventaire comment elles ont été prises en compte.

### 2.2.1.3 Le système « Sélection »

Cette opération a pour but d'obtenir du talc à 10 et 20 µm grâce à des sélecteurs alimentés par des silos, eux-mêmes alimentés par les broyeurs.

Une chaîne de sélection est composée entre autres des éléments suivants :

- des sélecteurs de type MP 400 et MP 800. Cependant nous n'avons pas détaillé la répartition entre les produits issus du MP400 et du MP800 et nous avons considéré l'atelier « sélection » en globalité
- Un filtre récupérant le produit sélectionné et rejetant à l'atmosphère l'excès d'air. Il faut donc calculer les consommations d'air et les éventuelles émissions de talc dans l'air.

Dans ce système, quatre types de flux sortants de talc sont à prendre en considération à la sortie du système « sélection » :

- à la sortie du processus de « sélection », une partie du talc retourne vers le broyage standard pour y être rebroyé et revenir à la « sélection ». Ce talc va constituer des charges circulantes dont la prise en compte devra être justifiée dans la phase d'inventaire
- une partie du talc qui n'aura pas été sélectionné à l'atelier de « sélection » sera revalorisée en l'envoyant vers l'atelier de « micronisation » (sous condition de compatibilité). Ce talc correspondant à des refus revalorisés devra donc également faire l'objet d'un calcul spécial.
- une partie est expédiée vers les ateliers de conditionnement en tant que talc « sélectionné »
- après avoir parcouru l'atelier de « sélection » une partie est expédiée vers les ateliers de conditionnement mais en tant que talc « standard » car elle contient encore des fractions grossières. Il ne faut pas confondre cette opération avec le renvoi des charges circulantes vers le broyage pour revenir à la « sélection ». Les charges circulantes elles, vont être renvoyées au broyage standard mais vont ensuite revenir à l'atelier de « sélection ». Par contre ici le talc est envoyé directement au conditionnement et est déclassé en produit standard 40 µm.

### 2.2.1.4 Le système « Coarse fraction »

Comme expliqué précédemment, une partie du talc non sélectionné à l'issue du processus de « sélection » est valorisé en l'envoyant (en cas de compatibilité) vers l'atelier de micronisation.

Concrètement nous ne pouvons pas négliger cette phase de valorisation. Or nous ne disposons pas directement des informations liées au détail du tonnage de « coarse fraction » (alimentant la micronisation, retournant au standard ou directement conditionné).

Pour prendre en compte la partie des coarse fraction qui vient alimenter la micronisation, il faut donc définir une clé de répartition pour ces coarse fraction.

Nous rappelons que le terme coarse fraction désigne tous les refus de l'atelier « sélection » en général. Cependant par extension nous avons choisi d'appeler « système coarse fraction » le système qui permettra de prendre en compte le talc provenant de la sélection et arrivant à la « micronisation ».

Mais en réalité il n'existe pas de système « coarse fraction » à proprement parler : il s'agit d'une simple vue de l'esprit afin de faciliter les calculs.

#### *2.2.1.5 Le système « Micronisation »*

Cette opération a pour but d'obtenir des produits de très grande finesse : 2  $\mu\text{m}$ . Le produit à broyer parvient dans la trémie d'alimentation et est transporté jusqu'à la cuve de broyage, où il est fluidisé par les jets en provenance des buses d'air. Les particules de produit, accélérées par les jets d'air, sont projetées les unes contre les autres et y sont broyées. Un courant d'air ascendant transporte les produits vers les turbines de sélection.

Nous avons décidé de négliger cette consommation d'air et de ne la prendre en compte qu'au travers de la consommation électrique de ces compresseurs.

L'ensemble de l'atelier comprend 5 microniseurs (4 identiques et le 5ème avec une technologie différente).

Nous avons décidé de ne pas distinguer les types de microniseurs et de considérer l'opération de « micronisation » comme un système global.

Par ailleurs, toutes les installations de micronisation quelque soit leur technologie, comportent en autres des buses d'injection d'eau. Il faudra donc tenir compte de cette eau.

#### *2.2.1.6 Le système « Granulation humide »*

Ce mode de conditionnement est nécessaire pour certaines applications, en particulier en papeterie.

L'atelier comporte 3 chaînes de granulation. Chaque chaîne comprend :

- La préparation des additifs (dispersant, mouillant...). Nous ne disposons pas d'informations relatives aux compositions de ces additifs donc nous avons choisi ne les négliger.

- La granulation proprement dite avec un tapis peseur-doseur, un mélangeur malaxeur et une presse de granulation.

Lors de cette phase de granulation de l'eau est ajoutée et donc étant donné que toutes nos valeurs sont référencées par rapport au produit fini en sorti de chaque atelier, il faudra prendre en compte le fait que pour faire 1kg de talc granulé humide, on a eu besoin de moins d'1kg de talc micronisé en entrée.

#### *2.2.1.6 Le système « Séchage Granulation »*

Pour certaines applications (principalement les polymères) il est nécessaire que les granulés ne soient pas humides.

Dès lors, le talc pressé est passé dans un sécheur comportant 2 zones de chauffe (90°C et 150°C) et une zone de refroidissement. Ces sécheurs fonctionnent sur le même principe que les sécheurs du système « standard ». Dès lors il faudra prendre en compte l'impact lié à la production du propane et également les émissions liées à la combustion du propane.

#### *2.2.1.7 Le système « Packagé »*

Lors de cette étape de conditionnement nous retiendrons certaines phases qui devront être prises en compte dans le calcul de l'inventaire.

Tout d'abord la rétractation des housses se fait par 3 tubes chauffants. Dès lors il faudra étudier le fonctionnement de ces tubes pour prendre en compte leur consommation.

Il existe deux types de conditionnements au niveau du système « Packagé » :

- les sacs (papier blanc recyclé, de papier mixte non recyclé), disposés sur des palettes (en bois) houssées (polyéthylène rétractable),
- les conteneurs souples en plastique appelés « Big-Bag » (polypropylène), pour talc en poudre ou granulés de 500 à 1200 kg.

Par ailleurs, il existe deux locaux de conditionnement :

- le local HAVER dont l'appellation provient du nom de la marque des ensacheuses installées. Le talc à ensacher est envoyé à l'aide de la trémie de l'ensacheuse. Grâce à une turbine, le talc est projeté dans le sac à remplir, sac qui repose sur une selle. Dès que celui-ci a le poids fixé, la selle s'efface et le sac tombe sur une bande transporteuse qui le conduit à la chaîne de palettisation. Au moment du conditionnement, le marquage des produits avec des encres à base d'eau est réalisé.
- le local palettisation.

Nous n'avons pas pris en compte l'utilisation de l'encre et de l'eau lors du marquage des sacs.

#### *2.2.1.8 Le système Vrac*

Lors de cette dernière phase de conditionnement en vue de la livraison au client, le talc peut être conditionné de différentes manières :

- Camions ou wagons pour le talc brut (vrac) et les granulés humides
- Camions citernes ou wagons citernes pour le talc vrac en poudre ou en granulés séchés

Cinq stations de chargement en vrac peuvent remplir directement des wagons citernes ou des camions citernes en venant se positionner directement sous des manches de chargement. Nous prendrons en compte la consommation d'électricité liée à cette utilisation des manches de chargement.

Nous avons choisi pour plus de facilité de négliger le chargement des wagons et de n'estimer que le chargement des camions qui représentent l'essentiel des chargements de vrac.

#### *2.2.1.9 Cas particulier de l'atelier de réparation et des bureaux administratifs*

##### 2.2.1.9.1 La maintenance

La maintenance mécanique des équipements de production est effectuée en interne par le personnel de TALC DE LUZENAC FRANCE.

Nous avons souhaité prendre en compte cet élément mais la maintenance ne pouvait pas être considérée comme un système d'étude.

C'est pourquoi dans un premier temps, l'atelier maintenance a été traité comme tout autre système. Puis il a fallu définir des clés de répartition afin de redistribuer tous les flux liés à la maintenance sur l'ensemble des autres systèmes défini précédemment.

Par contre nous n'avons pas pris en compte deux flux au niveau de la maintenance il s'agit de l'acétylène et de l'oxygène.

##### 2.2.1.9.2 Les bureaux

Concernant les bureaux administratifs, nous n'avons pas pris en compte les consommations en eau potable du personnel, ni la consommation en électricité (excluant donc également les installations de climatisation) ainsi en outils de travaux.

Par contre nous avons pris en compte les données concernant l'utilisation du propane pour le chauffage des bureaux. En effet étant donné que nous devons de toute façon procéder à une répartition du gaz de chauffage, nous étions amenés dans tous les cas à faire une estimation de cette consommation.

#### 2.2.1.10 La 8 familles retenues

Il a donc été décidé que l'étude prendrait en compte les différents impacts depuis la phase d'extraction du talc jusqu'à la porte de l'usine (excluant ainsi l'étape de livraison au client).

Dès lors les familles ont été définies de telle sorte qu'elles représentent des groupes de produits qui sont vendus à des étapes communes.

Pour les familles standard, sélectionnés, micronisés, granulés humides et granulés séchés, les familles sont définies en combinant l'ensemble des systèmes qui y sont liés depuis l'extraction jusqu'à l'étape de conditionnement qui sera traitée à part.

Les figures 5 à 9 présentent les différentes familles qui ont été retenues et permettent d'explicitier les enchainements des étapes de productions et donc les liens qui peuvent exister entre les familles.

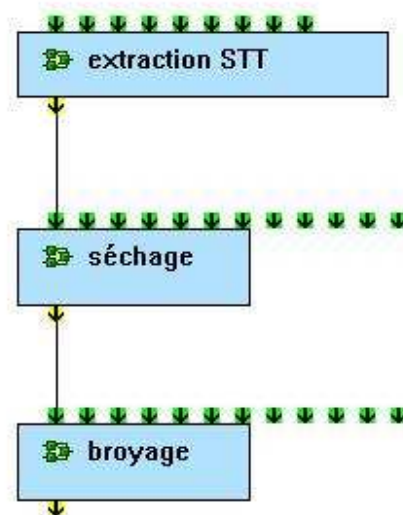


Figure 5 : Famille « Standard »

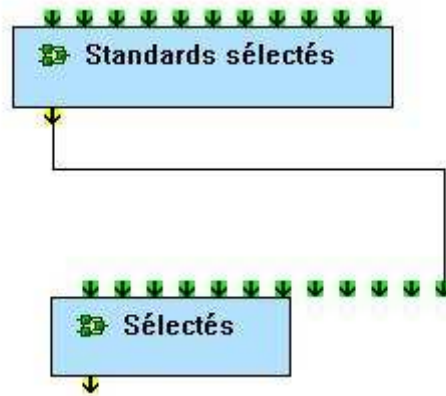


Figure 6 : Famille « Sélectionnés »

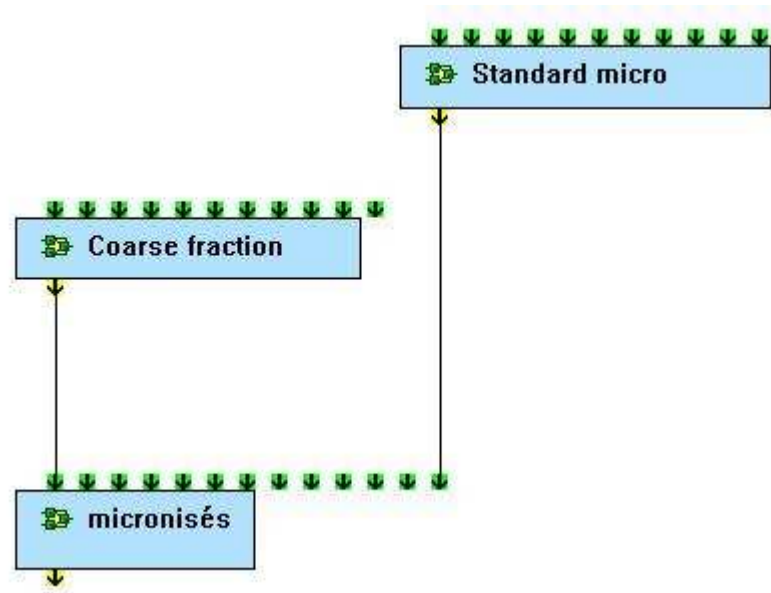


Figure 7 : Famille « micronisés »

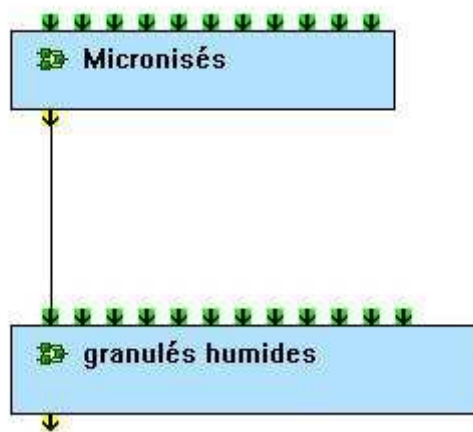


Figure 8 : Famille « granulés humides »

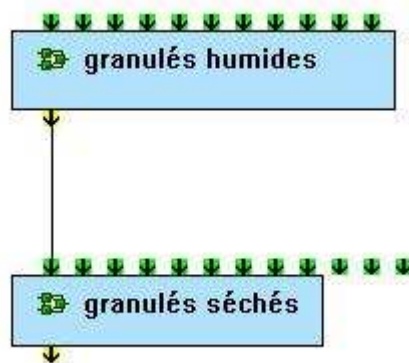


Figure 9 : Famille « granulés séchés »

Pour le conditionnement, nous avons choisi de créer deux familles à part entière : les packagés et le vrac. Cela a permis de pouvoir réduire le nombre de famille à créer.

En effet, au sein d'une même famille le conditionnement peut être en vrac ou en packagé. Dès lors il aurait fallu par exemple créer une famille de micronisés-vrac et une famille et micronisés-packagés, de même pour le standard, les sélectés, les granulés humides et les granulés séchés.

Ainsi, deux familles propres au conditionnement ont été créées séparément et viendront se cumuler aux 5 familles précédentes selon les demandes des clients (vrac ou packagé).

Les figures 10 et 11 montrent que ces deux familles sont simples à définir puisqu'elles ne dépendent d'aucune autre famille en amont et sont indépendantes.





Figure 10 : Famille « packagés »

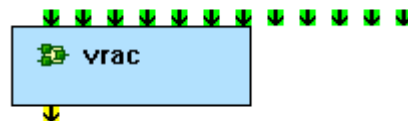


Figure 11 : Famille « vrac »

Par contre, concernant le talc brut, il s'agit de la seule famille qui n'est pas processée. Le talc est directement extrait, trié, stocké et conditionné en vrac. Donc pour cette famille nous avons intégré le système de conditionnement vrac (qu'il a fallu donc déduire du système de conditionnement vrac général qui formait à lui seul une famille).

La figure 12 présente la modélisation de la famille talc brut comme la combinaison du système extraction et d'un système talc brut qui évalue la phase de conditionnement du brut en vrac.

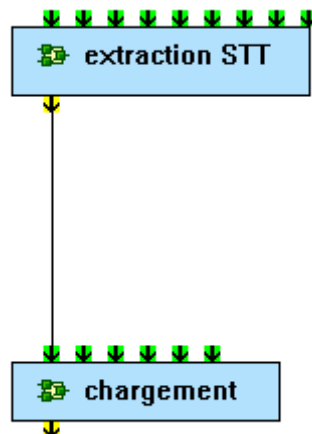


Figure 12 : Famille « Brut »

#### *2.2.1.11 Les systèmes hors périmètres*

##### 2.2.1.11.1 Le système Stéamine : talc traité

Cet atelier sert à la fabrication de produits spéciaux qui seront utilisés en agriculture. Il nécessite l'utilisation d'amines sous forme solide (paillettes). Les amines sont malaxées avec du talc de manière à faire monter la température pour les faire fondre.

Cependant, étant donné le tonnage correspondant à cette production nous avons décidé de ne pas inclure ce système dans le périmètre de notre étude.

##### 2.2.1.11.2 Station Pilote

Cette station a été créée pour développer une activité de recherche en autres sur de nouveaux produits et sur les procédés de fabrication.

De ce fait, elle possède les mêmes types d'équipements que l'usine à une échelle plus réduite à l'image d'un laboratoire (broyeurs, microniseurs...).

Cette unité peut être amenée à fabriquer certains produits en quantité limitée et répondant à des exigences particulières.

Cependant nous avons décidé de ne pas prendre en compte ce système car il n'est pas directement rattaché à la production. Il s'agit d'un choix délibéré qui nécessitera un approfondissement.

##### 2.2.1.11.3 Cantine

De même que nous n'avons pas pris en compte les consommations d'eau potable, nous avons également exclu de l'étude les cantines présentes sur les sites de Trimouns (la carrière) et de Luzenac (l'usine).

En effet, nous avons considéré que les cantines n'avaient pas de lien direct avec la production du Talc.

### 2.2.2 Définition des critères de coupure des flux

Plusieurs critères de coupure peuvent être choisis afin de déterminer si oui ou non certains intrants ou extrants doivent être inclus dans l'analyse de cycle de vie.

Afin de ne pas biaiser l'étude, il n'est pas possible de ne retenir qu'un seul critère de coupure uniquement basé sur un paramètre.

Par exemple pour les intrants, si nous avons réalisé nos choix uniquement en fonction de la contribution massique de certains flux, cela aurait conduit à en omettre certains avec une portée environnementale ou énergétique parfois non négligeable.

Ainsi, 3 critères de coupure ont été conjointement retenus afin d'avoir une étude la plus représentative possible.

Concrètement la règle de décision consiste à dire que dès lors qu'un des critères est respecté cela impliquera nécessairement que ce flux soit pris en compte. Par contre, le fait qu'un des critères ne soit pas respecté, n'impliquera pas l'exclusion de l'intrant ou de l'extrant. Si ce flux ne respecte pas un des critères mais qu'il en respecte au moins un des 2 autres alors il sera pris en compte.

Tout d'abord, le critère de la masse a été retenu. Dès lors, tous les intrants ou extrants qui représentent plus de 1% de la masse totale (en kg) du flux de référence en sortie, seront donc pris en compte.

Par ailleurs, concernant les intrants en termes d'énergie, il a été décidé que tous les intrants représentant plus de 1% de la consommation totale énergétique (en MJ) du système seraient pris en compte.

Enfin, la portée environnementale a également été retenue comme critère de coupure. Ainsi, dès lors qu'un intrant ou un extrant peut être considéré comme étant un produit dangereux pour l'environnement alors il sera pris en considération, même lorsqu'il est utilisé en proportions minimales.

Par contre, il est important de comprendre que nous n'avons utilisé ces critères de coupures que lorsque nous n'avons pas accès à certaines informations et que cela demandait l'investissement de nombreuses ressources afin de les obtenir.

Ainsi, lorsque nous avons rencontré des difficultés à obtenir certaines informations, nous nous sommes demandé si au moins l'un des critères de coupure était respecté, afin de savoir si oui ou non nous devons consacrer du temps à l'obtention de ces données.

Cependant, nous avons décidé que dès l'instant où nous pouvions disposer de certaines données, elles seraient toutes prises en compte, qu'elles satisfassent ou non aux critères de coupure.

### **2.2.3 Types de données**

Concernant le type de données retenues nous avons décidé d'être le plus exhaustif possible concernant les intrants des systèmes. Lorsqu'éventuellement des flux sont volontairement exclus, cela est précisé dans l'étude et en s'appuyant sur les critères de coupure.

Ainsi dans les intrants on retrouve les ressources minérales (ici en l'occurrence le talc) mais nous pouvons à titre d'exemple citer le cas de la prise en compte de l'abrasion des outils qui après estimation s'est révélée ne pas être négligeable.

### **2.2.4 Exigence relatives à la qualité des données**

Nous avons été très exigeant sur la qualité des données que nous avons recueillies et ces exigences couvrent tous les aspects souhaités par la norme ISO 14044 :2006.

#### *2.2.4.1 Représentativité et facteurs temporels*

Il est prévu que l'étude soit renouvelée chaque année. Dès lors le problème de « l'âge des données » ne sera pas posé.

Dans le cas de notre étude, nous avons choisi de mener cette première analyse sur les résultats de l'année 2008 (qui est également une année représentative en moyenne des autres années).

Par ailleurs, une base de données actualisable a été mise en place afin de limiter la phase laborieuse de pré calcul.

Ainsi, lors de chaque nouvelle étude, les données recueillis correspondront aux informations les plus récentes qui seront en notre possession.

Dès lors la représentativité temporelle sera assurée et reflètera au mieux la situation réelle et son évolution au cours du temps

#### *2.2.4.2 Représentativité et facteurs géographiques*

Afin d'éviter les situations d'approximation pouvant conduire à réaliser des moyennes pouvant elles même pénaliser certains sites de production, il a été décidé que chaque site de Rio Tinto Minerals mènerait sa propre analyse avec ses propres données.

Bien sur, cela nécessite que la même démarche soit adoptée dans chacun des sites, d'où la mise en place d'un Workshop\* les 25, 26 et 27 mai 2010 organisé à Luzenac afin de présenter la méthode qui a été retenu par Rio Tinto Minerals Luzenac Operations.

En effet, le fait de récolter des données générales et de procéder ensuite à des moyennes peut sérieusement être remis en cause puisque les procédés industriels ne sont pas les mêmes selon les sites. A titre d'exemple nous pouvons citer le cas du procédé de flottation\* qui n'est pas utilisé pour traiter le talc de Luzenac mais que d'autres industriels utilisent.

Ainsi, la représentativité de l'étude qui a été menée sur le site de Luzenac est assurée puisque toutes les données utilisées pour cette étude sont spécifiques au site de Luzenac.

#### *2.2.4.3 La reproductibilité*

L'un des gages de qualité des analyses de cycle de vie, c'est de pouvoir permettre à un analyste indépendant de pouvoir reproduire les résultats présentés dans l'étude.

C'est pourquoi ce rapport se veut aussi transparent que possible afin de pouvoir retrouver l'ensemble des calculs qui ont été réalisés et ce, en prenant appui sur la base de données du projet ainsi que sur le présent rapport.

#### *2.2.4.4 La vérification*

Tout au long de cette étude des vérifications ont été menées afin de déterminer la fiabilité et la stabilité des résultats.

Comme nous l'avons précisé dans les objectifs de départ, la démarche a été de prendre en compte un maximum de flux. Toutes les exceptions sont listées au niveau du contrôle de complétude.

De plus, des vérifications de cohérence ont été réalisées afin de s'assurer que les hypothèses qui avaient été définies ont bien été respectées.

Enfin avant de débiter la phase d'interprétation, une étude de sensibilité a été menée afin de déterminer l'influence de certaines hypothèses, données, ou méthodes sur les résultats.

#### *2.2.4.5 Les sources des données*

Concernant l'origine de nos données, nous avons défini 5 niveaux de traitement de l'information :

- Dans la mesure du possible, nous avons utilisé des données mesurées ou relevés directement à partir de nos informations internes et ce, pour chacune des étapes de processus
  - Lorsque nous disposions en interne de certaines informations, mais que ces valeurs n'étaient pas directement exploitables, cela a alors nécessité des phases intermédiaires de calculs
  - Lorsqu'aucune donnée n'était disponible en interne, les sous traitants, fournisseurs ou partenaires ont été contactés afin d'estimer et de valider les données manquantes
  - Lorsque les données ne peuvent être obtenues ni en interne, ni en externe, nous nous sommes appuyé en premier lieu sur les valeurs de l'IMA
  - Lorsque dans certains cas plus rares, nous avons dû faire des hypothèses, des estimations ou des moyennes (c'est le cas par exemple des émissions de CO2 liées aux explosifs), nous sommes appuyés sur de la bibliographie
- Ainsi, la représentativité de l'étude qui a été menée sur le site de Luzenac est assurée puisque l'essentiel des données utilisées sont spécifiques au site de Luzenac et lorsqu'elles ne le sont pas cela a toujours été clairement explicité.

#### *2.2.4.6 L'incertitude des informations*

Quelque soit la façon dont les données ont été obtenues, nous accordé une place importante à leur vérification et à leur validation.

Ces validations ont eu lieu dès de l'étape de collecte des données à la fois en interne avec les différents responsables de l'usine et de la carrière mais également avec nos fournisseurs.

Puis les résultats de la phase d'inventaire ont été validés en réunissant tous les responsables (usine et carrière) et en détaillant ligne à ligne tous les calculs.

Enfin, les résultats liés à la phase d'interprétation ont également fait l'objet à plusieurs reprises de présentations, discussions et validations.

#### *2.2.4.7 La fidélité et la technologie*

Ces deux aspects concernent peu notre étude puisque comme nous l'avons dit: l'ensemble des calculs ne proviennent que des données propres au site de Luzenac.

Dès lors il n'est pas utile de faire d'étude de variabilité des valeurs, ni de préciser s'il y a eu mélange ou non de technologies puisque les technologies prises en compte sont spécifiques à notre site de production à Luzenac.

### **2.2.5 Le choix du logiciel TEAM comme support de l'étude**

#### *2.2.5.1 Pourquoi cet outil ?*

Afin de mener une telle étude, il est important d'utiliser un logiciel adapté pour gérer les bases de données, construire les systèmes et réaliser les calculs.

Ainsi, le logiciel TEAM (Tool for Environmental Analysis and Management) répondant aux normes 14040 et 14044 et préconisé par l'IMA-Europe, a été retenu.

Cet outil d'analyse de cycle de vie est détenu par la société Ecobilan et permet dans un premier temps de construire et gérer des bases de données.

De plus, TEAM permet de modéliser tout système industriel aussi complexe soit il et comportant des étapes de fabrication de produits ou de services.

Enfin l'outil permet de calculer tous les inventaires des cycles de vie et d'en déterminer les impacts environnementaux en accord avec la norme ISO 14040.

TEAM possède de grandes capacités de calcul puisqu'il ne détermine pas uniquement les émissions de CO<sub>2</sub> ou les consommations énergétiques, ce qui serait tout à fait faisable à la main directement uniquement à l'aide d'Excel.

En effet, il possède une vaste base de données concernant les matériaux ainsi que les procédés qui y sont rattachés.

Par ailleurs, il présente l'avantage de pouvoir utiliser ses propres bases de données tout en y incluant nos propres données permettant ainsi de combiner les sources d'informations.

Les modules de fabrications ou les flux manquants peuvent ainsi être implémentés.

En outre, concernant certains aspects de notre étude qui a choisi dans un premier temps de ne s'intéresser qu'aux impacts liés aux émissions de CO<sub>2</sub> et aux consommations, nous pourrions remettre en cause l'utilité d'un tel outil.

En effet comme expliqué précédemment certains aspects peuvent être calculés directement à l'aide d'Excel.

Cependant, il ne faut pas oublier que l'un des intérêts de l'ACV est de pouvoir mener par la suite des études de sensibilité à différents scénarios et à des changements de paramètres.

Dès lors, il aurait été alors impensable de réaliser ces études de sensibilités directement à la main.

Dans notre cas, c'est donc ici que l'utilisation de TEAM prend tout son sens puisqu'il nous permettra d'affiner notre analyse par la suite et de lancer de nouvelles simulations avec un gain de temps considérable.

De plus, le logiciel est doté de véritables méthodes de calculs d'impacts selon les aspects que l'on souhaite étudier.

En effet, prenons l'exemple simple du calcul d'impact en termes d'effet de serre. On ne peut évidemment pas limiter la question de l'effet de serre aux seules émissions de CO<sub>2</sub>.

Il existe un ensemble de gaz qui de façon commune vont contribuer à cet effet de serre. Ainsi, bien que l'on ait plus ou moins de facilité à déterminer nos émissions de CO<sub>2</sub>, il apparaît beaucoup plus difficile de pouvoir déterminer à la main les émissions liées à tous les gaz à effet de serre.

A cela s'ajouterait encore le fait, qu'il faudrait en plus connaître précisément l'ensemble des gaz qui contribueraient à cet effet de serre. Dans le cas de l'effet de serre, cela semble encore réalisable quoique laborieux.

Mais il existe un grand nombre d'autres impacts tels que l'acidification de l'air ou l'eutrophisation de l'eau et pour chacune d'entre elles il existe des émissions spécifiques qui contribuent à leurs impacts.

Dès lors l'utilisation du logiciel TEAM devient indispensable car il contient déjà l'ensemble des méthodes de calculs selon les impacts que l'on souhaite calculer, ainsi que des bases de données permettant d'avoir accès à des informations qu'il nous serait difficile d'obtenir par nos propres moyens.

#### *2.2.5.2 Structure interne de l'outil*

La structure que nous avons adoptée lors de la définition de nos « systèmes » et de nos « familles » se retrouve au niveau de la structure de TEAM.

En effet, chaque famille va constituer un « système principal », à l'intérieur de ce système principal, plusieurs étapes s'enchainent les unes à la suite des autres constituant ce que nous avons défini comme étant des « systèmes ».



A l'intérieur de chacun de ces systèmes un ensemble de flux seront référencés (à la fois les flux intrants (input) et les flux extrants (output)).

Certains de ces flux sont eux même rattachés à des « modules » qui permettent de prendre en compte l'ensemble des impacts liés à ce flux depuis sa production jusqu'à son utilisation en tant que flux dans notre « système ».

La figure 13 permet de modéliser le schéma structurel qui est utilisé au sein du logiciel TEAM.

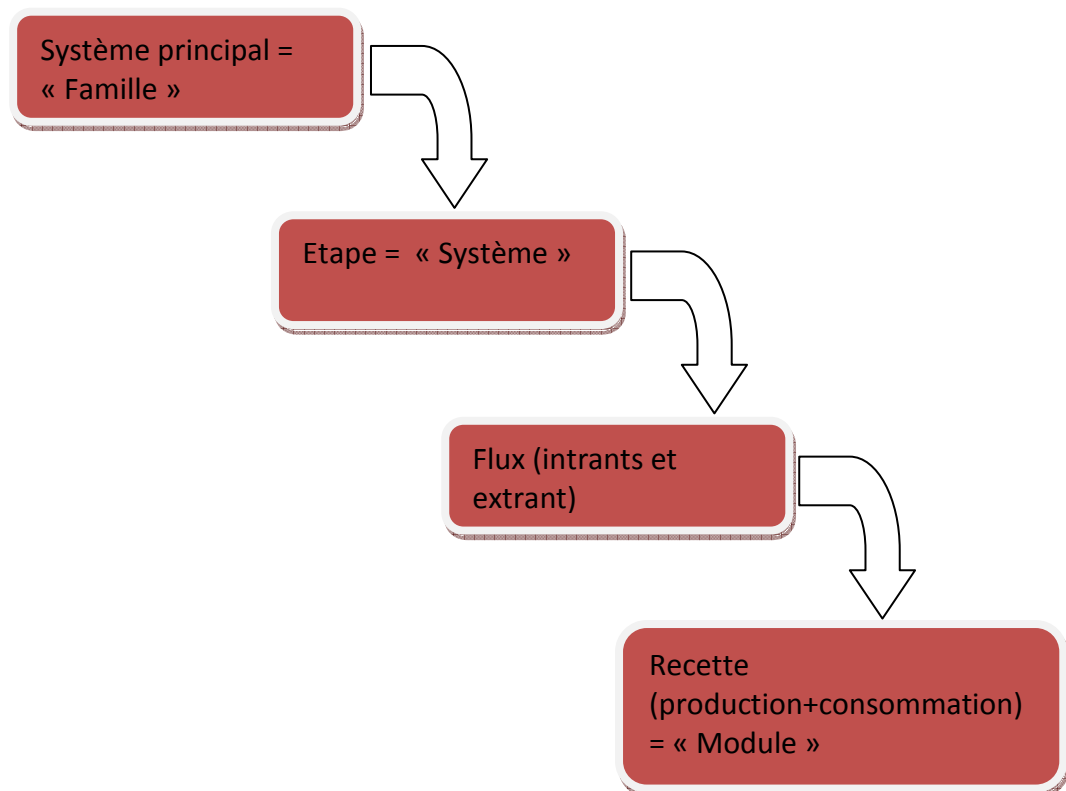


Figure 13 : Structure interne du logiciel TEAM

## 2.3 La phase d'inventaire

### 2.3.1 Etapes opérationnelles du plan de l'inventaire

La figure 14 permet de mettre en évidence que la phase d'inventaire ne doit absolument pas être négligée et qu'il s'agit d'une des étapes clés qui ne doit pas se résumer en une simple collecte d'informations.

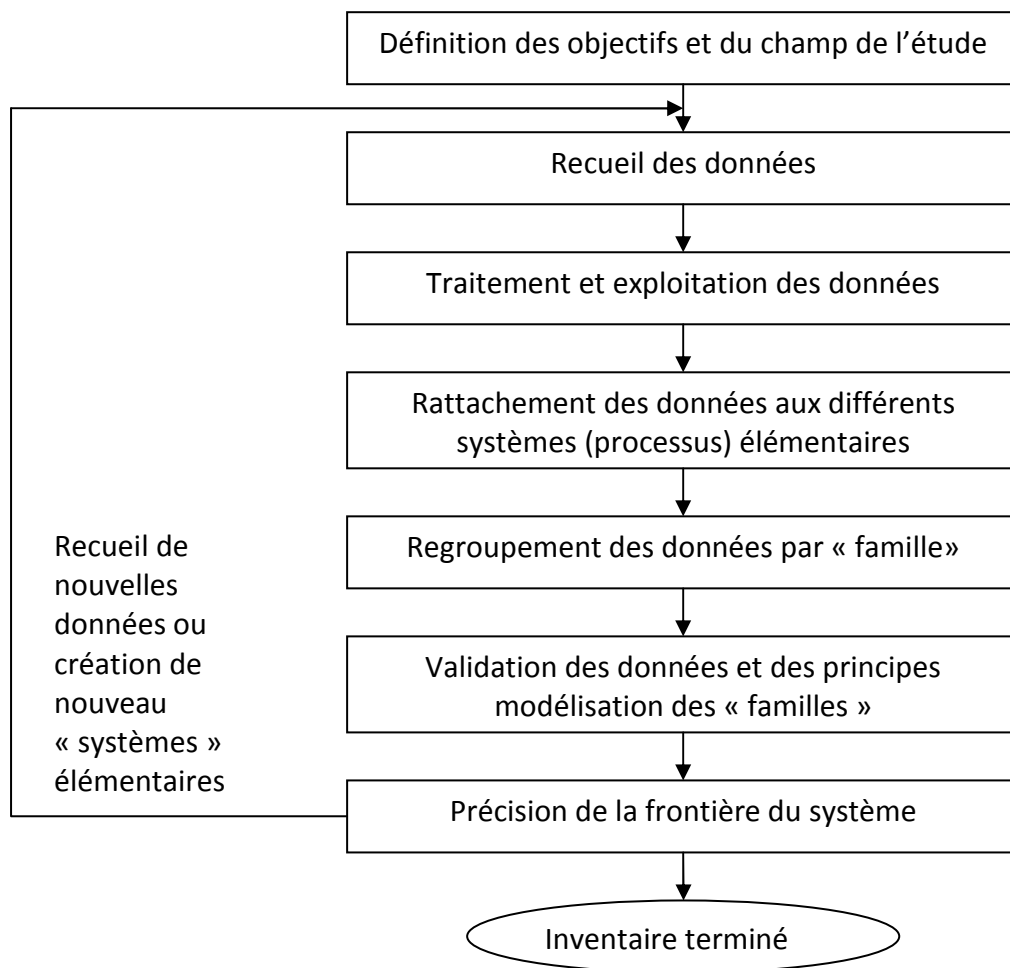


Figure 14 : Principales étapes de la phase d'inventaire

## **2.3.2 Justification des calculs et règles d'affectation**

### *2.3.2.1 La prise en compte de l'humidification et du séchage*

Le système de séchage standard permet de passer d'une humidité entre 6 et 8% à une humidité entre 1% et 0,5%.

Donc nous avons choisi de prendre la perte d'humidité comme un paramètre variable susceptible d'être ré évalué selon les années. Pour l'année 2008, nous avons fixé une humidité en entrée du système séchage à 6%.

De même lors de la phase de granulation de l'eau est ajoutée au talc qui arrive de l'atelier de micronisation. Ainsi pour faire 1kg de talc granulé humide, on a eu besoin de moins d'1kg de talc micronisé.

### *2.3.2.2 L'estimation des consommations de diesel et d'essence pour les salariés*

Bien que nous pouvions nous attendre à obtenir des résultats négligeables il avait été décidé de tenir compte des consommations de diesel et d'essence par les salariés.

Plusieurs problèmes se sont posés. En effet, tous les salariés n'utilisent pas les mêmes moyens de locomotion et il a donc fallu prendre en compte ces éléments.

Certains utilisent leur propre véhicule pouvant être au diesel ou à l'essence. D'autres peuvent utiliser le bus.

Parmi les bus il faudra distinguer les deux bus privés de l'entreprise et le bus d'une compagnie privée « Les bus LIEURS ».

Il a donc fallu estimer le nombre d'employés prenant les bus de l'entreprise, le bus de la compagnie privée et des véhicules personnel.

Nous avons pris contact avec la compagnie de bus afin de connaître les caractéristiques de leur bus ainsi qu'une estimation de son utilisation par les salariés.

Par ailleurs, près avoir estimé le nombre de personnes utilisant ces bus il a fallu s'intéresser au trajet précis de ces bus avant d'en déduire les distances parcourues.

Par contre il n'apparaissait pas concevable de faire un calcul de distance pour chaque salarié à ensuite affecté au bon système en fonction du poste du salarié. Donc nous avons cherché à calculer une distance moyenne pour l'ensemble des salariés.

Pour ce faire nous avons utilisé le contenu d'une étude sociologique qui avait été réalisée quelques années avant notre étude. Ainsi, nous savions d'où venait chacun des salariés.

Ainsi il a été possible de recenser les villes de :

-Zone 1 : Luzenac, Garanou

-Zone 2 : Albies, Ascou, Aston, Aulos, Ax les Thermes, Axiat, Bestiac, Les Cabannes, Causou, L'Hospitalet, Ignaux, Lassur, Lordat, Mérens, Pech, Perles et castelet, Prades, Savignac, Sinsat, Sorgeat, Tignac, Unac, Urs, Vèbre, Verdun

-Zone 3 : Arignac, Arnave, Bédeilhac, Bompas, Foix, Mercus-Garrabet, Montgailhard, Montoulieu, Ornolac, Quié, Saurat, Soula, Surba, St Paul de Jarrat, Tarascon, Ussat

Puis chaque ville a été associée à un nombre de salariés et à la distance qui la sépare de Luzenac. Nous en avons donc déduit une distance moyenne de parcours de 23km.

Enfin, il a fallu distinguer les ouvriers de Trimouns (la carrière) des ouvriers de l'usine et donc trouver le nombre de jours d'ouverture de la carrière et de l'usine pour l'année 2008 (données qui ont été validées avec le service comptable).

Enfin, s'il est simple d'affecter au système « extraction » l'ensemble des consommations de diesel et d'essence des ouvriers de Trimouns, en revanche au niveau de l'usine nous ne disposons pas d'une répartition des salariés en fonction des systèmes que nous avons définis.

Il a donc fallu répartir les salariés de l'usine en fonction de ces différents systèmes.

### *2.3.2.3 La répartition de la consommation du diesel des engins de l'usine*

Concernant les consommations de diesel pour les engins de l'usine nous ne disposons pas d'un détail des consommations des différents ateliers.

Dès lors il semblait cohérent de procéder à une répartition de ce diesel à partir d'un raisonnement sur les coûts pour chaque atelier.

Ainsi pour un atelier (« système ») donné, la consommation de diesel (en litre) est obtenue à partir du coût global du diesel de toute l'usine, de la quantité totale de diesel (en tonne) pour toute l'usine, du coût associé à ce « système » et de la masse volumique du diesel.

Ce raisonnement était celui qui se révélait être le plus proche de la réalité mais il faut quand même prendre en compte le fait que les chiffres utilisés correspondent à des coûts par atelier qui ont été calculés sur une année entière. Or le prix du carburant est un élément variable au cours d'une année surtout pour notre année d'étude (en 2008).

Dès lors, il n'est pas totalement juste de dire que les coûts reflètent parfaitement les consommations mais il n'est pas aberrant de garder cette répartition.

#### 2.3.2.4 Répartition des consommations d'électricité liées au réseau 3 bars

Afin de répartir les consommations d'électricité du réseau 3 bars entre les différents systèmes, il a fallu définir une clé de répartition.

Or à chaque fois qu'une expédition est lancée entre le stock d'un atelier A vers un atelier B alors le réseau d'air 3 bars est activé.

Dès lors, la figure 15 montre qu'il apparaît cohérent de considérer qu'à chaque fois qu'une expédition est lancée depuis le stock d'un atelier X alors cela entrainera une consommation d'électricité des réseaux d'air.

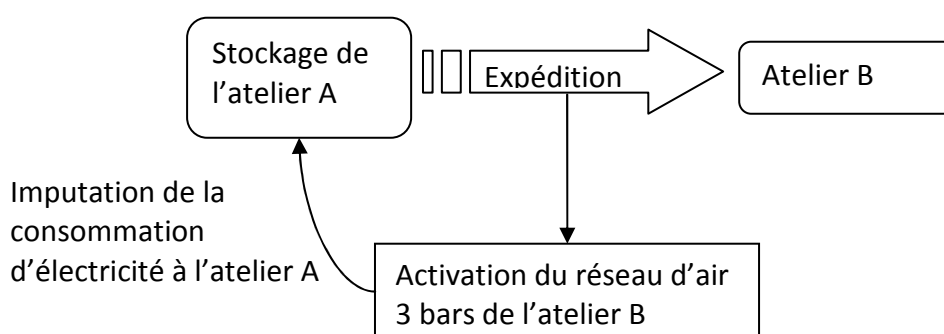


Figure 15 : mise en évidence du lien entre les expéditions et le réseau d'air 3 bars

Par conséquent on peut dire que plus il y aura d'expéditions provenant d'un atelier X et plus cela provoquera une consommation d'électricité que l'on affectera à cet atelier X.

Ainsi la répartition de la consommation totale d'électricité du réseau 3 bars (2654451.07 kWh) se fait au prorata du nombre d'expéditions provenant d'un atelier donné.

Les expéditions peuvent provenir des ateliers :

- broyage standard (à destination du packagé, du vrac, de la sélection, de la micronisation)
- micronisation (à destination de la granulation et du broyage standard)
- sélection (à destination du broyage standard, du vrac, des packagés et de la micronisation)

Dès lors la consommation d'électricité du réseau 3 bars a été répartie uniquement sur les systèmes broyage standard, sélection et micronisation en fonction du nombre d'expéditions provenant de ces 3 ateliers.

On notera qu'entre l'atelier de granulation humide et de séchage granulation le transport se fait par tapis peseur et entre le séchage granulation et le conditionnement le transport se fait par élévateur.

#### *2.3.2.5 Répartition des consommations d'électricité liées au réseau d'air 6 bars*

Pour le réseau d'air 6 bars, le principe n'est pas le même que pour le réseau 3 bars. En effet, le réseau 6 bars lui est activé uniquement pendant le temps de remplissage des silos (alors que le réseau 3 bars est activé dès le lancement de l'expédition jusqu'à la fin du remplissage).

Dès lors il paraissait cohérent de se dire que l'importance du tonnage des silos reflétait bien le taux d'activité de ces silos et donc le fonctionnement du réseau 6bars.

Nous avons considéré une répartition en fonction du tonnage des stocks des différents systèmes.

Nous avons dénombré 65 silos de stockage différents sur toute l'usine.

Pour chacun de ces silos nous avons accès à la valeur du stock pour chaque mois de l'année 2008. Nous en avons donc déduit une valeur moyenne du stock mensuel sur chacun des 65 silos.

Nous avons ensuite ré affecté chaque silo à un système donné parmi les systèmes : standard, micronisation, sélection, granulation humide, séchage granulation, conditionnement (incluant le vrac avec les packagés). On notera que les expéditions ne concernent pas le système « brut ».

Cela a donc permis en sommant la valeur moyenne mensuel du stock de chaque silo associé à un même système, d'avoir une estimation de la répartition des stocks entre les différents systèmes.

Le tableau 1 montre donc la répartition que nous avons pu obtenir à partir du raisonnement qui a été retenu.

Systèmes	Tonnage mensuel moyen de tous les stocks associé à un système donné (2008)	Pourcentages
Standard	233	5%
Micronisation	604	13%
Sélection	289	6%
Granulation humide	432	9%
Séchage granulation	221	5%
<i>Conditionnement (vrac+packages)</i>	2936	62%
Total	4717	100%

*Tableau 1 : répartition des tonnages des stocks répartis par famille*

Puis nous avons admis que les stocks étant directement liés aux expéditions, plus les stocks d'un atelier donné seront élevés et plus il y aura d'expéditions et donc plus il y aura d'activation du réseau 6 bars et donc de consommation d'électricité.

Nous avons donc utilisé ces pourcentages afin de répartir la consommation d'électricité liée au réseau 6 bars (3 176 717 kWh).

Enfin concernant le système « conditionnement », celui-ci avait été défini en le séparant en deux autres systèmes « packagés » et « vrac ».

Il a donc fallu redistribuer ce pourcentage de 62% entre les packagés et le vrac. Pour ce faire nous avons considéré une répartition au prorata de la production de vrac et de packagés.

En 2008, il y a eu 126 974 tonnes de talc conditionné en packagés et 247064 tonnes de talc conditionné en vrac.

Cependant, la répartition du réseau 6 bars ne concerne pas le talc vrac brut. Nous avons donc bien fait une répartition au prorata des tonnes mais entre le packagé (126 974 tonnes représentant 40% du conditionnement total) et le vrac hors brut (188 876 tonnes représentant 60% du conditionnement total).

Ainsi le tableau 2 permet de synthétiser la répartition finale qui a été adoptée afin de redistribuer les consommations d'électricités liées au réseau d'air 3 bars.

Systèmes	Tonnage mensuel moyen de tous les stocks associé à un système donné (2008)	Pourcentages
Standard	233	5%
Micronisé	604	13%
Selectionné	289	6%
Granulé humide	432	9%
Granulé séché	221	5%
Packagé	40%*2936	40%*62%
Vrac (hors brut)	60%*2936	60%*62%
Total	4717	100%

*Tableau 2 : répartition des tonnages des stocks en distinguant les différents conditionnements*

#### *2.3.2.6 Le calcul de l'air consommé et des quantités de talc émis dans l'air après filtrage*

Actuellement il est vrai qu'il n'y a aucune législation concernant la consommation de l'air mais dans un souci d'anticipation c'est une donnée que nous allons estimer pour chaque système.

Il a été nécessaire de lister tous les types de filtres, de les regrouper par atelier et ensuite d'associer ces ateliers aux « systèmes » concernés.

Afin de connaître la consommation d'air il a fallu prendre en compte le débit de ces différents filtres et combiner ces valeurs au nombre d'expéditions pour estimer le nombre d'heures de fonctionnement des filtres.

Puis afin de déterminer les quantités de talc émises dans l'air, nous avons considéré que cet air passant dans les filtres en ressort en étant chargé à 10mg de talc par m<sup>3</sup> d'air.

Par ailleurs au niveau des réseaux d'air il a fallu distinguer ceux où l'ensemble de l'air consommé est réémis dans l'atmosphère et ceux où seul 20% de l'air est réémis dans l'atmosphère (le reste de l'air étant en circuit fermé).



Le tableau 3 permet d'illustrer à titre d'exemple le calcul d'un cas simple à partir de deux filtres où il est possible de directement lier le type de filtre à un système donné.

Type de filtre	Atelier	Système	Debit d'air en m <sup>3</sup> /heure	Nombre d'heures de fonctionnement 2008	Circuit	% Rejet
Filtres Ensacheuses	Haver	Packagé	X1	Y1	ouvert	100%
Filtre AFG 800	Broyeur	Broyage standard	X2	Y2	fermé	20%

*Tableau 3 : données nécessaires à l'estimation des consommations d'air par les filtres*

Par contre dans certain cas il était très facile d'associer certains filtres à des systèmes donnés mais dans d'autres cas tels que pour les filtres liés au transport cela concernait à la fois le broyage, la micronisation, les packagés et la sélection.

Dès lors, il a fallu trouver une règle de répartition. Dans le cas du transport, après avoir déterminé le débit du filtre, le nombre d'heure de fonctionnement: le total de l'air consommé pour le transport a dû être réparti en fonction des systèmes broyage, micronisation, packagé et sélection.

Or ces filtres sont activés à chaque expédition. Nous avons donc choisi le nombre d'expédition comme clé de répartition.

Par contre, dans certains cas, comme pour le transport, nous ne disposions pas directement des débits d'air. Il a donc fallu retrouver le nombre de m<sup>3</sup> par expédition (donnée qui avait été estimé par le service « maintenance ») et le nombre d'expéditions par heure pour en déduire un débit. Puis à partir du nombre d'heures de fonctionnement on a pu retrouver le total de m<sup>3</sup> d'air consommés. Enfin, nous avons utilisé la répartition du nombre d'expéditions comme clé de répartition.

En réitérant cette opération pour tous les filtres, il a été possible de répartir les différentes consommations d'air liées aux filtres et les émissions de talc dans l'air.

Le tableau 4 permet de réaliser un zoom sur le calcul des consommations d'air de l'atelier de micronisation. En effet, il existe 4 microniseurs de type AFG800 ayant un débit d'air de 6000m<sup>3</sup>/heure et un microniseur de type AFG1250 ayant un débit d'air de 12000m<sup>3</sup>/heure.

Type de microniseur	Heures de fonctionnement en 2008	Débit d'air (m <sup>3</sup> /heure)
AFG800 N°1	3434	6000
AFG800 N°2	3391	6000
AFG800 N°3	4692	6000
AFG800 N°4	4796	6000
AFG1250 N°5	3276	12000

*Tableau 4 : détail du calcul des consommations d'air à l'atelier de micronisation*

Ainsi globalement sur l'année 2008 cela représente une consommation d'air de 137 181 120 m<sup>3</sup> d'air que nous avons affecté au système micronisation.

#### *2.3.2.7 La prise en compte des charges circulantes*

Comme expliqué dans la définition du périmètre de l'étude, une partie du talc qui sort des ateliers de « standard », « sélection » et « micronisation » va être directement renvoyée à l'atelier de broyage standard.

L'effet de ces charges circulantes est pris en compte dans l'inventaire puisque toute charge passant dans un système donné sera mesurée de nouveau.

Dès lors, si une charge de 1kg de talc repasse 3 fois par l'étape broyage alors en entrée du système broyage on comptabilisera 3kg de talc et non pas 1kg.

#### *2.3.2.8 La prise en compte des expéditions de déclassement au conditionnement*

Une partie du talc ayant subi le processus de « sélection » peut quand même jugée trop grossière et sera alors vendue directement en tant que standard.

Or comme nous avons pris le soin de séparer les étapes de conditionnement cela permet de résoudre le problème.

En effet, le calcul de l'impact du conditionnement est fait séparément. Donc on calcule l'impact de toutes les tonnes qui ont été conditionnées puis on ramène cela à 1kg de talc conditionné.

Dès lors pour les refus (« coarse fraction ») sortant de la « sélection » qui sont envoyés au conditionnement en tant que Standard, l'impact de la « sélection » sera

quand même pris en compte sur l'ensemble de la famille des « sélectés » (puisque ce talc sera comptabilisé en sortie de l'atelier de sélection et c'est ce total de talc sélecté qui permettra de donner les ratios ramenés à 1kg de talc sélecté).

Ainsi pour ce talc déclassé en standard, il suffira de prendre la valeur liée à la famille standard et d'y ajouter l'impact du conditionnement.

Finalement l'effet du déclassement est supporté par le système de « sélection » où on va calculer des impacts qui concrètement auront une valeur plus faible que si on avait déduit cette partie du talc qui est déclassé par la suite. Sauf que ce talc a réellement subi la « sélection » donc il faut en tenir compte à la « sélection ».

### *2.3.2.9 Répartition de la part des « coarse fraction »*

#### 2.3.2.9.1 Détermination du tonnage de coarse fraction alimentant la micronisation

Au niveau de la norme ISO, on parlera de « produit en circuit fermé » dès l'instant où la matière est recyclée sans modification de ses propriétés inhérentes.

Par ailleurs, concernant les règles d'affectation de ces produits en circuit fermé (non modifiés), on distingue les règles d'affectation qui s'appliquent lorsqu'un produit est recyclé en sortie d'un système pour retourner en entrée de ce même système, des règles d'affectation lorsque ce produit part en entrée d'un autre système.

Nous avons appelé « coarse fraction » tout le talc qui n'est pas sélectionné en sortie du système « sélection ».

Cependant, au sein de ce talc non sélectionné, une partie retourne au broyage (pour y être rebroyé et revenir à la sélection, on parlera plus exactement de charge circulante), une partie part au conditionnement et l'autre partie sert à alimenter le système micronisation.

Par abus de langage nous avons utilisé le nom de système « coarse fraction » pour désigner la part des « coarse fraction » qui sert à alimenter l'entrée du système « micronisation ».

Nous disposons du tonnage total de « coarse fraction » mais il a fallu trouver une règle de répartition afin de savoir quel pourcentage de ces « coarse fraction » était destiné au conditionnement, à la micronisation et au broyage standard.

Ne disposant donc pas du détail du tonnage des destinations des « coarse fraction » nous avons donc raisonné sur les expéditions.

Ainsi nous avons déterminé le nombre d'expéditions provenant des « coarse fraction » et arrivant à la micronisation.

Puis nous avons déterminé le nombre total d'expéditions de « coarse fraction » (vers la micronisation, le broyage standard et le conditionnement).

Nous en avons donc déduit que la part le tonnage de « coarse fraction » alimentant la micronisation est de 18388 tonnes.

Or nous savons qu'en sortie de l'atelier de micronisation nous avons un tonnage total de 63 978 tonnes.

Dès lors nous avons pu déterminer qu'au niveau du paramétrage dans TEAM il fallait intégrer parmi les inputs de la micronisation, un flux de « coarse fraction » correspondant à 29% du tonnage de talc en sortie de la micronisation.

#### 2.3.2.9.2 Distinction entre le système « coarse fraction » et le système « sélection » (hors coarse fraction)

Ici quand on parle des « coarse fraction » en tant que « système » cela désigne la part des « coarse fraction » qui a été utilisée pour alimenter la micronisation.

Le but de l'étape qui a suivi a été de pouvoir déterminer les valeurs des inputs et des outputs qui doivent être rattaché à ce système « coarse fraction ».

En effet, l'utilisation de l'outil TEAM conduit à faire cette distinction bien qu'en réalité le système « sélection » génère deux types de flux : le talc sélectionné et les « coarse fraction ».

Le problème est que dans TEAM certes il est possible pour un système d'être connecté à deux entrées. Par contre il n'est pas possible qu'un même système génère deux sorties de référence différentes.

Or, au niveau de la sélection on a bien un système de sélection qui va avoir en sortie un flux de talc sélectionné qui ira ensuite vers le conditionnement, mais également un flux de talc « coarse fraction » dont une partie repartira à la micronisation.

Ainsi il a fallu déterminer le ratio que nous devons appliquer au système « sélection » pour éclater le système « sélection » en deux sous systèmes à savoir « coarse fraction » et « sélection » (hors coarse fraction).

En effet au niveau du système « sélection », les flux en input et output font référence à la fois au talc sélectionné et aux « coarse fraction ».

Ainsi si l'on dit que l'atelier « sélection » consomme 1MJ électrique, il est important de savoir quelle est la part que l'on va affecter réellement au talc sélectionné et quelle part va-t-on affecter aux « coarse fraction ».

Par contre il nous est possible d'avoir la valeur exacte du talc qui a été réellement sélectionné en sortie du système « sélection ». Il s'agit du talc MP400, MP800, STEAMAT et STEAMAS, soit 54 213 tonnes.

On peut donc dire que  $54\,212.93 + 18\,388 = 72\,767$  tonnes de talc sont passées par le système « sélection ».

Dès lors on voit qu'il suffit d'appliquer un ratio de  $18\,388/72\,767 = 25.5\%$  à tous les flux du système de sélection afin de pouvoir reconstituer la répartition entre le talc sélectionné (hors « coarse fraction ») et les « coarse fraction ».

#### 2.3.2.9.3 Détermination du tonnage de « coarse fraction » destiné au conditionnement

Une fois sorti de l'atelier de « sélection », le talc refusé (« coarse fraction ») va être envoyé vers le broyage standard, la micronisation ou le conditionnement.

Au niveau du tonnage standard, toute tonne passant le système de broyage est décomptée mais il ne nous est pas possible de distinguer directement le talc venant des « coarse fraction ».

Par contre nous connaissons la répartition des expéditions des « coarse fraction » vers le broyage, la micronisation et le conditionnement.

Nous avons donc estimé le nombre total d'expédition vers le conditionnement (24 381 expéditions).

Cependant toutes les expéditions n'ont pas le même chargement. Nous avons donc fait une estimation du poids moyen d'une expédition de « coarse fraction » en considérant le total de « coarse fraction » en sortie de la sélection (50946 tonnes) et le nombre total de toutes les expéditions de « coarse fraction » quelque soit leur destination (39314 expéditions).

Nous en avons donc déduit un poids moyen de  $50\,946/39\,314 = 1.03$  tonnes.

Dès lors nous avons pu estimer que le tonnage des « coarse fraction » à destination du conditionnement a une valeur de :

Nombre d'expéditions vers le conditionnement \* poids moyen d'une expédition de « coarse fraction » =  $24\,381 * 1.03 = 31\,595$  tonnes.

Nous avons ensuite réparti ce tonnage de « coarse fraction » à destination du conditionnement entre le vrac et le packagé en adoptant la même règle de répartition qu'au chapitre 2.3.2.5 Répartition des consommations d'électricité liées au réseau d'air 6 bars.

Nous avons donc affecté 60% de ces 31 595 tonnes vers le vrac et les 40% restant vers le packagé.

Les différents mouvements des flux de production sont modélisés à l'annexe 1.

#### *2.3.2.9 Spécificité du profil de l'électricité de Talc Luzenac France*

Actuellement, le schéma de l'électricité consommée par Talc de Luzenac France, ne s'appuie pas sur le réseau français d'électricité.

Nous ne pouvions donc pas directement utiliser le module de l'électricité du modèle français (bien que disponible dans TEAM). Il a fallu redéfinir le profil d'électricité par Talc de Luzenac.

Il faut savoir que l'entreprise possède 3 centrales hydroélectriques localisées sur les communes de Luzenac, Urs et Albies.

La production d'électricité de ces trois centrales va avoir deux utilisations :  
-une partie de l'électricité des centrales hydroélectrique va être directement revendue à EDF, ce qui correspond à 10% de la production de ces centrales  
-l'autre partie soit 90% de la production des centrales va servir à alimenter la consommation globale de l'entreprise.

Les 90% de la production d'hydroélectricité correspondent à 10% de la consommation globale de Talc Luzenac France.

L'hydroélectricité ou production d'électricité par captage de l'eau (à l'image des moulins à eau) est apparue au milieu du XIXe siècle. L'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique qui injecte les Kilowattheures sur le réseau.

L'électricité des centrales hydroélectrique est une énergie renouvelable et comme toutes les autres sources d'énergie renouvelable, elle n'engendre pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes.

Nous avons donc fait une distinction nette entre d'une part l'électricité réellement consommée et d'autre part l'électricité à l'origine d'un impact environnemental.

Pour les calculs portant sur l'impact environnemental, nous avons donc déduit de notre consommation totale d'électricité la part de l'électricité provenant des centrales hydroélectriques pour faire le calcul d'émission CO2.

Les 90% restant de l'électricité consommée proviennent d'un fournisseur nommé ElectraBel (une société du groupe GDF SUEZ).

ElectraBel prend des engagements afin de réduire ses émissions de CO2 et accompagne toutes les initiatives de gestion optimale de l'énergie. Mais surtout, ce fournisseur s'engage à ce que 25% de l'énergie qu'il fournit soit de l'énergie dite « verte » (énergie renouvelable).

Dès lors sur les 90% de l'électricité globale consommée, nous n'avons considéré que 75% de ces 90%.

Par ailleurs, ElectraBel garantit que les 75% d'électricité « non verte » qu'il fournit émettent 22g de CO2 par KWh.

Dans un deuxième temps nous avons également lors de la modélisation avec TEAM, précisé à titre indicatif au niveau des flux intrants : les consommations totales d'électricité. Par contre ces consommations n'ont été reliées à aucun module donc cela n'entraînera pas de calcul d'impact de l'électricité par TEAM.

Grâce aux informations fournies par notre fournisseur, nous avons pu calculer directement les émissions de CO2 liée à la consommation d'électricité.

L'inconvénient est que, ne disposant pas du module de notre électricité, nous n'avons pu prendre en compte que les émissions de CO2 donc l'étude d'impact n'est pas globale.

Cependant il avait été décidé dans les objectifs de l'étude de ne se concentrer pour l'instant que sur le CO2, l'eau, l'énergie (hors électricité) et l'électricité donc pour l'instant cela ne pose pas de réel problème.

Par la suite, il faudrait pouvoir avoir accès à l'analyse de cycle de vie de notre fournisseur lui-même.

#### *2.3.2.10 Clé de répartition du gaz utilisé pour le chauffage*

Dans les différents bâtiments, le chauffage est assuré par différents appareils :

- Bâtiment de palettisation côté gare et Haver : 8 tubes rayonnants
- Bureau usine haver Magasin conciergerie, cantine, dispensaire, salle de formation : chaudière au propane (de 170 kW, 70 kW, 145kW, 86kW, 33 kW, 42 kW, 25kW)
- Atelier de chaudronnerie, atelier mécanique, garage, atelier soudure : 4 générateurs au propane de 200 kW et un de 70kW

Par contre il existe également des chaudières et des générateur au fuel domestique mais nous ne disposons pas du détail donc les consommations de fuel ont été directement intégrées aux autres consommations de l'usine.

Cependant si certaines consommations de chauffage pouvaient être directement associées à des systèmes données, d'autres telles que celles concernant les bureaux, l'atelier, la forge, le garage et le magasin ne pouvaient pas être affectées à un système en particulier.

Le chauffage destiné au bureau a donc été réparti de façon égale entre les systèmes liés uniquement à l'usine (9 systèmes). Les autres consommations de chauffage liées

à l'usine, ont été réparties en excluant le conditionnement vrac et le système brut (7 systèmes).

#### 2.3.2.12 Cas des explosifs

Concernant les explosifs nous disposons au niveau de TEAM d'un flux nommé « explosive » mais ce flux ne pouvait être rattaché à aucun module.

Cela signifie que nous aurions simplement pu chiffrer la consommation d'explosifs utile pour la production d'un kilo de talc d'une famille donnée. Mais nous n'aurions pas pu calculer l'impact lié à la fabrication de ces explosifs, ni même l'impact dû à l'explosion elle-même.

Cependant, sachant que le système extraction entraîne une consommation de 280 456 tonnes d'explosifs, nous ne pouvions pas négliger cette information.

Le tableau 5 présente le détail des consommations d'explosifs pour l'année 2008, ce qui permettra d'étudier la composition de ces produits afin de pouvoir évaluer leur impact.

Description	Total
ANFOTITE N° 1 = ESATITE	227300
EMULSTAR 5000 D 130	49056
EMULSTAR 5000 D 70	4100
Total	280456

*Tableau 5 : détail des consommations d'explosif en 2008*

Les EMULSTAR 3000 et 5000 sont des émulsions explosives pâteuses encartouchées. Avec une excellente résistance à l'eau, elles sont utilisées à chaque fois que les plans de tirs et/ou la nature des terrains peuvent être à l'origine d'interaction entre les charges explosives.

Il était difficile d'avoir accès à la composition précise de ces émulsions. Mais une étude du CNRS-INIST qui portait sur l'analyse de la détonation des émulsions explosive avait basé son étude sur une émulsion explosive contenant :

- 66,91% de nitrate d'ammonium
- 14,59% de nitrate de calcium
- 5% d'huile minérale légère
- 1,5% de SPAN 90 (émulsionnant \*)
- 12% d'eau.



Nous nous sommes donc appuyés sur cette composition pour réaliser nos hypothèses.

Par ailleurs, conformément aux normes européennes l'ANFOTITE n°1 est un explosif binaire composé de fuel et de nitrate d'ammonium en granulé, de couleur blanc rosé. Ils sont utilisés dans la charge de colonnes pour l'abattage de roches tendre et dures, en carrière en l'absence d'eau. La répartition est de 96% de nitrate d'ammonium et 4% de fuel (gazole, kérosène ou essence).

Afin de faciliter les calculs nous avons décidé prendre en compte la totalité des explosifs (280 456 tonnes) et de faire une approximation en considérant que 94% de ce total correspond à du nitrate d'ammonium.

Or dans TEAM, il existe un flux correspondant à ce composé et surtout ce flux peut être rattaché à un module pré existant de production de ce nitrate d'ammonium.

Par ailleurs, afin d'être le plus proche possible de la réalité il convenait de prendre en compte également l'impact lié à la combustion des explosifs.

Or d'après une étude réalisée en 2005 par l'entreprise Nitro-Bickford (Distributeur de produits explosifs et systèmes d'amorçage), lors d'une explosion les gaz suivant sont dégagés :

- en majorité :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$
- en quantité faible  $\text{O}_2$  et  $\text{H}_2$ ,  $\text{No}$ ,  $\text{No}_x$  et  $\text{CO}$

Le tableau 6 montre les résultats qui ont été obtenu par l'entreprise Nitro-Bickford lors de son étude sur les émissions liée à la combustion des émulsions.

Quantité en litre/kg	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{N}_2$	$\text{No}$ , $\text{No}_x$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{CO}$
Emulsion	47	497	199	0	0	72	26

*Tableau 6 : émissions liée à la combustion des émulsions*

Le diazote ( $\text{N}_2$ , constituant 78% de l'air que nous respirons) ne présente a priori aucun effet nocif pour l'environnement (pas d'impact sur l'effet de serre, ni la couche d'ozone). Par ailleurs, le dihydrogène ( $\text{H}_2$  quoiqu'extrêmement inflammable), n'en reste pas moins un gaz non toxique. De même, la vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et le dioxygène ( $\text{O}_2$ ) ne présentent aucune toxicité.

Certes les oxydes d'azote ( $\text{No}$ ,  $\text{No}_x$ ) sont des gaz toxiques mais ils ne sont dégagés qu'en cas d'utilisation de dynamite (et non pas d'émulsion).

De plus, en accord avec les objectifs définis au début de l'étude (qui bien qu'elle préconise de réaliser les calculs pour tous les types d'émissions mais de ne tirer des

conclusions dans un premier temps que sur le CO<sub>2</sub>) : nous avons donc négligé les émissions de monoxyde de carbone.

Nous ne disposions pas des informations liées au nitrate fuel mais nous avons considéré que les émissions de CO<sub>2</sub> pour le nitrate fuel étaient très similaires aux émissions de CO<sub>2</sub> des émulsions (ce qui peut être discutable).

Dès nous avons donc réalisé un calcul approximatif des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de nos explosifs.

Ainsi en considérant un dégagement de 47 litres de CO<sub>2</sub> pour 1kg d'explosif et en prenant une masse volumique pour le CO<sub>2</sub> en phase gazeuse de 1,87 kg/m<sup>3</sup> (dans des conditions de pression et de température de 1,013 bar entre 15°C et 25°C), on obtient une estimation de la quantité de CO<sub>2</sub> dégagée dans l'atmosphère en 2008 à cause de la combustion des explosifs.

#### *2.3.2.13 Cas de l'eau d'arrosage*

Concernant l'eau utilisée à Trimouns nous avons distingué :

- l'eau destinée à la station de tri
- l'eau d'arrosage des sols

En accord avec le personnel de la carrière nous avons choisi de considérer que sur le total de l'eau d'arrosage, 20% de cette eau retourne directement à son milieu naturel.

Cependant ce coefficient n'a pas fait l'objet de calculs mais est simplement un postulat. Ce chiffre devra être traité avec distance car normalement des études montrent qu'en général les coefficients d'évaporation de l'eau sont plutôt inférieurs à 5%.

Mais le but était quand même de prendre en compte le fait que bien que l'eau retourne vers le sol, elle ne retrouvera pas forcément son emplacement initial et donc le milieu aura été perturbé.

Donc afin de prendre en compte à la fois l'évaporation de l'eau et la perturbation du milieu liée au déplacement de cette eau nous avons arbitrairement appliqué un coefficient et nous avons considéré que notre utilisation de l'eau d'arrosage a un impact de 80% sur le total de cette eau.

#### *2.3.2.14 Cas des lubrifiants*

Les lubrifiants sont utilisés pour l'ensemble des machines outils de l'usine. Nous avons donc défini une clé de répartition en fonction du nombre de machine par système.

Mais au sein de chaque système il y a énormément de machines, il a donc fallu faire des choix et éliminer tous les mécanismes annexes pour ne garder que les machines principales.

De plus choisir le « nombre de machines » comme clé alors que toutes les machines n'ont pas la même conso c'est assez approximatif.

Enfin il a fallu faire récupérer à la fois les chiffres des consommations et les chiffres des vidanges pour en déduire les lubrifiants usagés et les répartir aussi.

#### *2.3.2.15 Cas de l'exclusion des pneus*

Les pneus usagés ont été estimés en 2008 à 7020kg mais par rapport au flux de référence du système extraction cela représentait moins de 1% et étant donné que nous ne disposons pas du module de fabrication du caoutchouc, nous avons donc décidé de ne pas tenir compte de cette information.

#### *2.3.2.16 Cas du conditionnement : détermination des tonnages en entrée*

##### 2.3.2.16.1 Cas du packagé

Concernant le talc « packagé » nous ne disposons que de valeurs globales de l'ensemble du talc « packagé » détaillé en fonction du type de packaging et non en fonction des ateliers d'origine.

Il existe 2 types de conditionnement du « packagé »:

- les sacs (répartis entre les secteurs Haver, Palettisation 1, Palettisation 2)
- les Big Bags

Il était alors nécessaire de pouvoir identifier les « inputs », c'est-à-dire de connaître l'origine de ce talc packagé en fonction des ateliers : « broyage standard », « sélection », « micronisation », « granulation humide » et « séchage granulation ».

Pour ce faire, nous disposons du détail par type de produit référencé par des libellés et répartis par Big Bags ou sacs.

Il a donc fallu associer à chaque libellé un système donné (« broyage standard », « sélecté », « micronisation », « sélection », « granulation humide », « séchage granulation »), ce qui peut se visualiser sur le tableau 7 pour les 3 produits listés à titre d'exemple.

Libellé	tonnes Big Bag	tonnes sacs	total	Système
JETFINE 8 C F	305.55		305.55	<b>micronisé</b>
LUZENAC 0		7 746.27	7 746.27	<b>standard</b>
LUZENAC 20M0	1 207.00	11 694.68	12 901.68	<b>sélecté</b>

*Tableau 7 : exemple de répartition du talc packagé selon les ateliers d'origine*

Le tableau 8 permet alors, après avoir synthétisé toutes les données liées au packaging de proposer une première répartition du talc packagé en fonction des ateliers en amont du conditionnement « packagé ».

Système	Total	Répartition %
Granulé humide	197.2	0%
Micronisé	15079.53	12%
Ganulé séché	458.45	0%
Sélecté	30862.27	24%
<b>Standard (dont coarse fraction déclassé)</b>	80400.7	63%
Traité	531.6	0%
Total	127529.75	100%

*Tableau 8 : répartition du talc packagé selon les ateliers en amont*

Nous avons alors exclu le « talc traité » puisque celui ci ne fait pas parti de notre périmètre d'étude.

Par ailleurs précédemment nous avons expliqué qu'une partie des « coarse fraction » (refus de la « sélection ») était envoyée directement à l'atelier de conditionnement et est alors déclassée en talc « standard ».

Il a donc fallu estimer cette proportion de « coarse fraction » comptabilisée dans le talc standard.

Pour cela nous avons réalisé un raisonnement sur les expéditions en multipliant le nombre d'expéditions issues du broyage standard à destination du conditionnement (vrac et packagés), par le poids moyen d'une expédition (que nous avons estimé). Nous avons ainsi estimé que 31 594.71 tonnes de « coarse fraction » sont expédiées directement au conditionnement.

Puis afin de connaître la proportion de « coarse fraction » conditionné en vrac ou en packagés nous avons adopté une clé de répartition (40%-60%) correspond aux proportions entre les packagés et le vrac en sortie.

Le tableau 9 présente alors une nouvelle répartition entre les différents ateliers en amont en tenant compte de la valorisation des refus de l'atelier de sélection.

Système	Total	répartition
Granulé humide	197.2	0%
micronisé	15079.53	<b>12%</b>
Ganulé séché	458.45	0%
sélecté	30862.27	<b>24%</b>
<b>standard (hors traité et hors « coarse fraction » déclassés)</b>	68129.319	<b>54%</b>
<b>« coarse fraction » (déclassé en standard)</b>	12271.381	<b>10%</b>
<b>Total hors traité</b>	<b>126998.15</b>	<b>100%</b>

*Tableau 9 : répartition finale du talc packagé selon les ateliers en amont et adapté au périmètre défini pour l'étude*

#### 2.3.2.16.2 Cas du vrac

Concernant le conditionnement en vrac nous ne disposons que du détail entre le vrac brut, vrac poudre, vrac granulé humide et vrac granulé séché.

Le vrac brut été exclu du système « vrac » puisque nous avons choisi de traiter la famille « talc brut » séparément et d'inclure directement la phase de chargement du talc brut dans le calcul de la famille « talc brut ».

Par ailleurs, le talc issus des ateliers « sélection », « standard » et « micronisation » a été regroupé en « talc poudre ».

Il a donc fallu répartir ce « talc vrac poudre » entre les 3 systèmes : « sélection », « standard » et « micronisation ».

Le tableau 10 permet de comprendre le raisonnement qui a été utilisé afin de répartir le talc vrac poudre entre les différents systèmes en amont d'où il venait. Pour tout le vrac poudre, chaque produit vendu est répertorié et associé à un libellé précis. Il suffisait alors d'associer chaque libellé à un système donné.

Libellé	Tonnes	Système
LUZENAC 10M2	899.00	Sélecté
	28	
LUZENAC 1445	807.20	Standard

*Tableau 10 : détail de la répartition des produits « vrac poudre » en fonction des ateliers en amont*

Tous les produits issus du talc brut ont donc été répartis en fonction des 3 systèmes définis précédemment. Puis ces données ont été combinées aux informations dont nous disposons pour le vrac granulé et le vrac granulé séché.

De plus, comme dans le cas du talc « packagé », une partie des « coarse fraction » a été envoyée vers le conditionnement en vrac et a été déclassée en « talc standard ».

En prenant en compte toutes ces informations le talc « vrac » a été réparti entre les différents systèmes dans le tableau 11.

<b>Système</b>	<b>Tonnes</b>	<b>Répartition %</b>
Micronisé	6480.65	4%
Sélecté	26950.8	15%
<b>Standard (hors « coarse fraction » déclassé)</b>	90202.04141	49%
Granulé humide	25 193.40	14%
Granulés séché	16 663.65	9%
Coarse fraction	19323.32859	10%
Total vrac (poudre+granulé humide+granulé séché-talc traité) <b>dont « coarse fraction »</b> déclassé en standard	<b>184813.87</b>	100%

*Tableau 11 : répartition finale du talc vrac en fonction des systèmes définis pour l'étude*

### 2.3.2.17 Cas du conditionnement : poids des Big Bags, des sacs et des palettes

#### 2.3.2.17.1 Poids moyens des Big Bags et des sacs (mixtes et blancs)

Afin de prendre en compte les consommations de matière liées au packaging en Big bag, nous avons estimé le poids moyen d'un Big Bag (il y a 6 types de Big Bags différents) et nous avons fait l'hypothèse qu'un Big Bag est entièrement en polypropylène.

En effet, nous connaissons le poids des différents Big Bag mais nous n'avons pas le détail du nombre de Big Bag correspondant à chaque type de Big Bag.

La seule information que nous avons correspondait au nombre de Big Bag utilisés par type de talc. Mais pour un même type de talc (par exemple le talc granulé séché) plusieurs types de Big Bag peuvent être utilisés.

C'est pourquoi nous avons raisonné sur un poids moyen des Big Bags.

De même pour le poids des sacs blancs (2 types de sacs blancs) et mixtes (6 types de sacs mixtes).

#### 2.3.2.17.2 Poids de la quantité de bois pour les palettes

Au niveau du conditionnement, 6 types de palettes existent et chacune a son propre poids. Contrairement aux sacs et Big Bags, nous avons pu retrouver à la fois le poids des palettes mais également le nombre de palettes utilisées dans chaque catégorie comme cela peut être visualisé sur le tableau qui suit.

Le tableau 12 présente donc le détail de la répartition des palettes qui a permis de déterminer précisément la consommation total de bois pour le système « packagés ».

Type de palette	Poids kg	Nombre
CP1 (P1)	35.2	82635
CP1 traité (P4)	21.09	24352
CP2 (P2)	20	11050
CP2 traité (P5)	19.75	1343
PAL 03 (P3)	24.5	10
PAL 06 (P6)	26.77	718
Total	3689325.79	120108

*Tableau 12 : répartition des palettes par types en fonction de leur poids et leur nombre*

Enfin, tous les chiffres ont été majorés de 2% par la suite afin de prendre en compte tous les sacs, Big Bags et palettes détériorés (car ils ne sont pas comptabilisés).

### 2.3.2.18 Cas de la consommation électrique du conditionnement

Afin de prendre en compte la consommation d'électricité liée au chargement du « vrac » et du conditionnement en Big Bag pour les « packagés » nous avons été contraints de faire une estimation car nous ne disposions pas de cette information.

#### 2.3.2.18.1 « Packagés »

Pour le système « packagés », le remplissage des Big Bags nécessite l'utilisation d'ensacheuses ayant des manches dont les puissances sont différentes.

Nous avons donc fait effectuer par le service s'occupant du réseau d'électricité, des relevés de puissance le 18 janvier 2010, sur chaque type de manche.

Puis nous avons pris en compte les heures de fonctionnement spécifiques à chaque ensacheuse pour l'année 2008 et nous en avons déduit une consommation d'électricité pour cette année (en faisant une moyenne sur 7 mois).

Le tableau 13 récapitule l'ensemble des données qui ont été utilisées afin d'estimer la consommation d'électricité liée au système « packagés ».

Type de manche	Secteur	Puissance (KW)	Heures de fonctionnement en 2008
AR 607	Haver	10	2293,26
AR 846	Poudre	9	2601,62
AR 630	Granulés humides	3	24,97
AR 1020	Granulés séchés	9	79,78

*Tableau 13 : données relatives au calcul des consommations d'électricité au packaging*

#### 2.3.18.1.2 « Vrac »

Par contre pour le système « vrac » les informations étaient plus difficiles à obtenir. En effet, le principe reste le même : la principale consommation d'électricité provient de l'utilisation de manche permettant de remplir les camions qui viennent se placer sous les silos de chargement.

Cependant, s'il était possible de déterminer les heures de fonctionnement des ensacheuses, nous ne disposions pas d'information concernant la durée de fonctionnement des manches de chargement des camions.

Nous avons donc fait effectuer également un relevé de puissance des 8 types de manches du système « vrac ».



Puis afin d'évaluer le temps de fonctionnement de ces manches nous cherché à estimer la durée pendant laquelle les camions sont remplis : c'est-à-dire le temps de chargement.

Pour cela nous disposons d'un ensemble de fichier répertoriant pour chaque mois l'ensemble des chargements par camion pour l'année 2008 (à titre d'exemple : le mois de décembre 2008 comptabilisait 752 chargements).

Puis en tenant compte pour chaque camion de l'heure d'arrivée, l'heure d'appel du camion, le temps d'attente, les immobilisations imprévues et l'heure de départ, nous en avons déduit un temps de chargement pour chaque camion.

Nous avons ainsi pu obtenir une estimation du temps de chargement totale des camions pour l'année 2008.

Cela a été assez laborieux et c'est avéré par la suite être une donnée négligeable. En effet la consommation d'électricité des manches du vrac représente environ 136 000 KWh alors que le réseau 6 bars du système « vrac » représente à lui seul plus de 760 000 KWh (ce chiffre étant lui-même à mettre en relation avec les plus de 19 000 000 KWh utilisés uniquement par les 5 microniseurs de l'atelier micronisation).

### **2.3.3 Liste des flux et des unités**

L'ensemble des flux qui ont été répertoriés peuvent être visualisés à l'annexe 3

Nous précisons que les intrants et les intrants qui sont rapportés à un combustible, peuvent d'après la norme ISO 14044 être transformés en intrants ou extrants énergétiques en le multipliant par la chaleur de combustion appropriée. Dès lors, il faut préciser s'il s'agit du pouvoir calorifique inférieur ou supérieur qui a été utilisé. Nous dans notre cas, nous avons utilisé les pouvoirs caloriques inférieurs (pci).

#### **2.3.4 Rattachement des données au processus élémentaire et à l'unité fonctionnelle**

Pour chaque processus élémentaire, un flux approprié a été déterminé. Les données quantitatives d'intrants et d'extrants du processus élémentaire ont donc été calculées en les rapportant à ce flux appelé : flux de référence.

Sur la base des diagrammes des flux et sur la base des flux entre les processus élémentaires, les flux de tous les processus élémentaires du système sont rapportés au flux de référence.

De plus, au-delà du fait de tout ramener au kg de produit objectif fini, nous avons aussi défini un ensemble de coefficient tenant compte des opérations successives de séchage ou d'hydratation entraînant des modifications de poids.

Ainsi, en accord avec la norme ISO 14044, tous les calculs sont réalisés de façon à tout exprimer en fonction de l'unité fonctionnelle.

#### **2.3.5 La validation des données**

Tout au long de l'étude et en accord avec les recommandations des normes ISO, nous avons cherché à valider progressivement les différentes étapes du projet.

Cela fait partie intégrante de la démarche de crédibilité mise en place pour cette étude. Ces validations permettent de confirmer des éléments, d'en affiner d'autres, de faire d'éventuelles modifications, en répondant ainsi aux exigences de qualité qui avaient été définies au début de l'étude.

Le tableau 14 permet donc de mettre en évidence l'importance des différentes réunions de validation, de discussion et d'uniformisation qui ont pu être menées tout au long du projet.

Date	Objet des Réunions de Validation
08/01/2010	1er point sur l'état d'avancement du projet
19/01/2010	Validation et affinage des données retenues pour Trimouns (la carrière)
21/01/2010	
22/01/2010	Point sur l'état d'avancement du projet
22/01/2010	Validation des données prises en compte pour la STT (station de tri)
25/01/2010	Validation des données retenues sur l'usine
26/01/2010	Validation des données concernant le transport des salariés
05/03/2010	Validation de la modélisation des familles
29/03/2010	Validation de la méthode d'évaluation des m3 d'air consommé par l'ensemble des filtres de l'usine
09/04/2010	Point sur l'état d'avancement projet
12/04/2010	Validation processus "Coarse Fraction"
15/04/2010	Point sur l'état d'avancement du projet : 1ers résultats
21/04/2010	Article sur le projet ACV paru dans la feuille de Talc du mois d'Avril
22/04/2010	Après reprise des calculs et affinage du périmètre: Présentation et validation en interne des résultats pour les 8 familles
28/04/2010	Validation présentation prévue sur Toulouse
29/04/2010	Présentation des résultats à Toulouse (Département Commercial & R&D)
07/05/2010	Préparation du Workshop* Européen
08/05/2010	
09/05/2010	
21/05/2010	Présentation de l'analyse des écarts du projet par rapport aux normes ISO 14040 et 14044
25/05/2010	Workshop* Italie/Autriche organisé à Luzenac
26/05/2010	
27/05/2010	
16/06/2010	Workshop* Australie par Conference Call

Tableau 14: récapitulatif du suivi mis en place pour la validation et l'uniformisation du projet

## **2.4 Contrôle de complétude**

### **2.4.1 Principe du contrôle**

Il s'agit ici de vérifier si toutes les informations pertinentes et les données requises pour l'interprétation suffisent pour arriver aux conclusions répondant aux objectifs de l'étude.

Dans tous les cas, les lacunes devront être identifiées. Puis il faudra évaluer le besoin de compléter ou non la phase de collecte de données. Dès lors, si des informations pertinentes sont manquantes et jugées nécessaires il faudra alors recommencer les phases d'inventaire et d'évaluation, ou bien ré ajuster les objectifs de départ.

A l'inverse si de informations sont manquantes sont jugées non nécessaires, il ne sera pas utile de faire des modifications mais cela devra quand même être signalé.

### **2.4.2 Affinage de la frontière du système**

Lors de la définition des objectifs de départ, il avait été décidé de réaliser cette étude en s'arrêtant « aux portes de l'usine », qu'il s'agisse des livraisons des produits finis que des fournitures de matières premières.

Cependant, de même que nous avons pris en compte la pollution engendrée par la fourniture de notre électricité, il semblait donc plus cohérent de prendre en compte les pollutions liées à la livraison de nos matières premières.

Cela permet également d'être en phase avec la frontière d'étude qu'avait adoptée l'IMA en 2008 lors de son analyse de cycle de vie.

La frontière a donc été redéfinie et validée en interne lors d'une réunion visant à s'interroger sur la reconnaissance de cette étude.

### **2.4.3 Cas des additifs de la granulation**

Au niveau de l'atelier de granulation humide, un ensemble d'agents chimiques (tels que dispersants, des mouillant...) sont utilisés.

Afin de pouvoir évaluer l'impact lié à ces produit il aurait fallu les lier à des « modules » de fabrication.

Cependant, il n'existe aucun module correspondant à ces produits dans TEAM et dans un objectif de gain de temps nous avons décidé de ne pas tenir compte de ces

agents chimiques car il aurait fallu connaître la composition chimique de chaque agent.

A titre informatif, ces agents toutes catégories confondues représentent moins de 250 tonnes de produits.

Or pour cet atelier de « granulation humides », il y a plus de 46 000 tonnes de talc qui sortent de ce système.

Donc d'après le critère de coupure massique, les agents chimiques pourraient être négligés puisqu'ils représentent moins de 0,6% du flux de référence de ce système.

Par contre, il serait utile de vérifier qu'il ne s'agit pas de produit classé dans la catégorie N (dangereux pour l'environnement).

Dans ce cas la solution pourrait être soit de détailler la composition de ces agents pour retrouver les modules qui pourraient s'y rattacher, soit de créer un flux à part correspondant à des produits non identifiés classés « dangereux pour l'environnement ».

#### **2.4.5 Cas du packaging**

Nous n'avons pas tenu compte de l'utilisation de l'encre et de l'eau lors du marquage des sacs car nous ne disposons pas de ces informations.

#### **2.4.6 Cas du chargement des wagons lors du conditionnement Vrac**

Nous avons choisi pour plus de facilité de négliger le chargement des wagons et de n'estimer que le chargement des camions qui représentent l'essentiel des chargements de vrac.

Le tableau 15 montre la faible contribution du chargement du vrac par wagon et permet de justifier l'approximation qui a été faite.

Vrac Brut	camion wagon	1301 445
Vrac Granulés humides	camion wagon	563 222
Vrac Granulés séchés	camion wagon	657 1
Vrac Poudre	camion wagon	5910 50
Vrac "Slurry"	camion	4
Total		9153

*Tableau 15 : répartition du talc vrac par type de chargement*

Ce qui représente 718 wagons sur un total de 9153 chargements. Nous avons donc effectué le calcul uniquement pour les camions.

#### **2.4.7 Cas de la maintenance**

L'acétylène et l'oxygène utilisés pour la maintenance n'ont pas été pris en compte. Concrètement, il existe un stockage de 25 bouteilles de 4 m<sup>3</sup> soit 111 kg d'acétylène. Par ailleurs, concernant l'oxygène il existe un stockage de 28 bouteilles de 10,6 m<sup>3</sup> soit 404 kg d'oxygène.

#### **2.4.8 Cas de l'eau**

Au niveau des besoins en eau on distingue les besoins en eau potable, des besoins en eau industrielle.

Pour l'eau potable l'alimentation est réalisée à partir du réseau public eau gérée par la commune de LUZENAC et nous n'avons pas pris en compte cette eau.

Mais seule cette eau potable n'a pas été comptabilisée dans notre étude car toute l'eau industrielle elle, a bien été prise en compte et ce au-delà même du niveau de prise en compte qui avait été fait par l'IMA.

En effet, pour les besoins en eau industrielle, l'alimentation est assurée depuis un château d'eau présent sur le site qui s'approvisionne à partir d'un forage en nappe et du captage de la source de Santoulis. Toute cette eau industrielle a bien été prise en compte.

De même, les eaux usées industrielles (générées principalement par l'activité de tri) collectées et prétraitées sur une station de décantation (comprenant trois bassins avant rejet dans l'Ariège) ont également été totalement prise en compte alors que cela avait été négligé par l'IMA.

On notera que lors de l'étude réalisée par l'IMA, dès l'instant où les eaux de lavage usées avaient été décantées, elles n'ont pas été prises en compte parmi les flux. Nous dans notre cas, nous avons considéré qu'étant donné que la décantation n'est jamais totale, toute cette eau sera comptabilisée.

Les eaux pluviales sont collectées sur le site et se rejettent dans l'Ariège. 10 points de rejets d'eaux pluviales sont comptabilisés. 4 points de rejet sont rejetés directement dans l'Ariège, les autres rejoignent, au préalable, les canaux d'amenée ou de fuite de la centrale hydroélectrique.

## 2.4.9 Cas de la station pilote

On peut estimer que l'ensemble des équipements présents a une puissance de 300 kW.

Dès lors, même en supposant que le nombre d'heures de fonctionnement des équipements est du même ordre de grandeur que les heures d'ouverture de l'usine sur l'année 2008 on peut estimer la consommation en électricité à :

Consommation électrique station pilote = Puissance des équipements\*heures d'ouverture\*pouvoir calorifique inférieur de l'électricité

Consommation électrique station pilote =  $300 * 269 * 24 * 3.6$

Consommation électrique station pilote = 6 972 480 MJ électrique

Or la consommation totale d'électricité pour tous les systèmes vaut 117 576 845 MJ électrique.

Donc la station pilote représente quand même près de 6% de la consommation totale d'électricité.

Ce système a donc été volontairement écarté de l'étude mais il faudra conscience qu'il n'a pas la consommation d'un simple laboratoire et que son impact est non négligeable.

De plus, il serait faux de dire que ce système a été écarté uniquement parce qu'il n'intervient pas dans le processus de production.

En effet, indirectement cela intervient dans la production puisque les résultats de la station pilote ont une influence sur les choix, les méthodes et les outils de production.

Qui plus est, il arrive que la station pilote soit utilisée à des fins de production donc peut être aurait il fallu prendre en compte ce système et le répartir sur l'ensemble des autres systèmes.

## 2.4.10 Cas du talc traité

Lors de la définition du périmètre de l'étude il a été décidé de ne pas prendre en compte la famille du talc traité (Stéamine).

Pour cela nous avons pris appui sur un des critères de coupure qui avait été défini dans la première phase de l'étude.

Il s'agissait du « critère de masse » disant que tous les intrants ou extrants ne représentant pas plus de 1% de la masse totale (en kg) du flux de référence en sortie ne seront pas pris en compte.

Ce critère n'avait été défini que pour savoir si des « flux » au sein d'un système devaient être pris en compte. Ici il ne s'agit pas de savoir si à l'intérieur du système « talc traité » on souhaiterait conserver un flux.

Il s'agit de savoir si par rapport aux autres « familles » la création d'une famille « talc traité » est nécessaire ou pas.

Le critère de coupure des flux a donc été adapté afin d'utiliser un critère de coupure des « familles ».

Le tableau 16 permet de mettre en évidence la faible production liée au système de talc traité, d'où la décision d'occulter ce système.

Familles	Tonnes (2008)
Brut	59 123
Standard	192 040
Sélectés	57 223
Micronisés	22 645
Granulés humides	24 484
Granulés séchés	17 659
Talc traité	<b>3 718</b>
Total	<b>376 892</b>

*Tableau 16 : répartition des tonnages vendus par famille*

Le talc traité représente donc 0.99% de la production totale du talc vendu. Dès lors le talc traité représente moins de 1% des flux de masse de talc, nous pouvons donc négliger cette famille.

#### **2.4.11 Cas du gaz de carburation**

Il existe un poste de distribution pour de GPL (gaz de pétrole liquéfié) depuis une cuve de 4200 litres.

Concernant les consommations de ce gaz nous nous sommes permis une approximation en considérant qu'il s'agissait de propane. Mais les approximations commencent avec son nom lui même. Le nom Gaz de Pétrole Liquéfié est déjà approximatif car cette appellation qui n'est que partiellement réaliste.



En effet, le GPL n'est pas issu dans tous les cas des gisements pétroliers. Seuls 40% de la production mondiale de GPL est d'origine pétrolière, venant soit directement des puits (il est situé au-dessus du pétrole dans les gisements), soit du raffinage.

Le reste de la production mondiale (60%), provient du traitement de gaz naturel issu de puits.

Dans le cas du GPL utilisé en tant que gaz de carburation, on parle alors de GPL-c (GPL-carburant) qui est un mélange à 50% de butane et de propane.

Pour l'année 2008 nous ne disposons pas de ce détail cela a pu être signalé et désormais la distinction sera faite entre le gaz de carburation et le gaz de chauffage.

#### **2.4.12 Cas des capteurs de ferraille sur les sécheurs**

Au niveau de l'atelier de séchage il existe sur chacun des fours sécheurs un détecteur de ferraille arrêtant la bande dès la présence de métaux.

Nous n'avons pas pris en compte ce flux de matière lié à la ferraille récupérée en estimant que cela était négligeable.

Cependant, bien que cela ne fasse l'objet d'aucun doute quant à la possibilité de pouvoir négliger cette quantité de ferraille, il serait tout de même nécessaire d'estimer cette quantité.

#### **2.4.13 Cas de l'électricité**

Comme cela a pu être expliqué au chapitre 2.3.2.9 *Spécificité du profil de l'électricité de Talc Luzenac France*, à cause de notre schéma d'électricité qui ne pouvait s'appuyer sur aucun des modules pré définis de TEAM, nous avons été obligé de définir un module d'électricité spécifique à Talc de Luzenac.

Cependant il faudra prendre en compte le fait qu'en raison du manque d'information, ce calcul n'a pu intégrer que les impacts d'émission de CO<sub>2</sub>, en excluant donc tous les autres types de pollution.

#### **2.4.14 Cas de la combustion des explosifs**

Afin d'étudier l'impact dû aux explosifs il était nécessaire à la fois de prendre en compte l'impact dû à leur production mais également l'impact dû à la combustion qui y est liée.

Or parmi les gaz toxiques émis il y a le monoxyde de carbone que nous avons volontairement retiré des flux.

En effet, la norme ISO 14044 : 2006 précise que cela est possible lorsque la suppression d'un flux ne modifie pas les conclusions générales de l'étude afin de répondre aux objectifs qui avaient été définis.

Les conclusions de l'étude devant être tirées sur les émissions de CO<sub>2</sub>, les consommations d'eau, d'énergie et d'électricité, nous pouvons donc dans un premier temps négliger les émissions de monoxyde de carbone (CO).

Mais cette émission devra être prise en compte par la suite car il s'agit tout de même d'un gaz très toxique.

#### **2.4.15 Electricité des bureaux et des annexes administratives**

Au moment de l'étude nous n'avions pas pris en compte les consommations d'électricité liées aux bureaux et aux annexes administratives car nous ne disposions pas de ce détail d'information.

Cependant par la suite nous avons pu obtenir cette information et la consommation des bureaux et annexes a été estimée à 371258 KWh pour l'année 2008.

Or cela représente 0.9% de la consommation globale d'électricité, donc en appliquant les critères de coupures des flux définis au début de l'étude, cela permet de justifier notre choix d'exclure ce flux.

### **2.5 Contrôle de cohérence**

#### **2.5.1 Principe du contrôle**

Il s'agit de vérifier que les hypothèses de départ, les méthodes et les données sont appliquées de façon cohérente tout au long de l'étude.

A titre d'exemple cela permettra de vérifier que l'on n'a pas utilisé des valeurs différentes pour des données censées désigner les mêmes informations.

Par ailleurs, à cette étape cela permet de vérifier également que le niveau de détail qui avait été défini dans les objectifs de départ a bien été respecté et qu'il s'est appliqué de façon cohérente.

### **2.5.2 Cas de l'électricité du conditionnement vrac**

Nous avons décidé de faire un calcul de la consommation d'électricité liée à l'étape de chargement du Vrac.

Certes cette consommation est négligeable mais nous l'avons quand même calculé. Donc il aurait été plus cohérent de répéter également cette opération pour la consommation d'électricité liée au chargement du brut en vrac.

Bien que ces deux opérations soient toutes les deux négligeables, dans un souci de cohérence il aurait fallu soit faire le calcul pour les deux systèmes soit ne le faire pour aucun de deux.

### **2.5.3 Cas du transport des salariés**

Concernant cet aspect, nous savions dès le départ que cela présenterait un défaut de cohérence puisque nous avons été amenés à négliger d'autres flux ayant un impact du même ordre de grandeur.

Mais cela avait été clair dès le début et nous souhaitions simplement dans un premier temps calculer cette consommation afin de voir ce qu'elle représentait concrètement.

### **2.5.4 Cas du talc traité**

Afin de savoir si nous pouvions ou non occulter la famille du talc traité nous nous sommes appuyés sur un critère de coupure qui avait été défini pour la coupure des flux.

Cependant, nous n'avons pas été cohérents au niveau du raisonnement. En effet, nous avons défini une règle disant qu'il existait 3 critères de coupure (critère de masse, critère énergétique et critère de la portée environnementale). Ainsi, la seule façon d'exclure un flux était de montrer qu'il ne respectait aucun de ces 3 critères et pas simplement l'un d'entre eux.

Or ici, certes en termes de masse et d'énergie, la famille du talc traité représente moins de 1% en masse et en énergie.

Par contre si on s'intéresse au processus de fabrication du talc traité on voit qu'il s'agit d'une combinaison entre du talc et un produit nommé « ARMEEN HT PRILLS ».

Or en consultant la fiche technique de ce produit on constate que ce produit utilisé comme intermédiaire de synthèse contient des composés dangereux.

La figure 16 que l'on retrouve sur la fiche technique de ce produit permet de voir qu'il ne s'agit pas d'une substance qui peut être négligée puisqu'elle est classée dans la catégorie N des produits chimiques.



Figure 15 : étiquette de l'ARMEEN HT PRILLS attestant de la dangerosité de ce produit

En effet, ce produit s'élimine rapidement du milieu aquatique par une absorption irréversible sur des substances suspendues ou des matières organiques dissoutes. Il est donc très toxique pour les organismes aquatiques et peut entraîner des effets néfastes à long terme.

Dès lors, le choix de ne pas prendre en compte la famille du talc traité n'est pas cohérent avec le critère du porté environnemental.

## 2.6 Phase d'évaluation

Afin d'évaluer les différents impacts environnementaux il y a différents types d'impacts qui peuvent être caractérisés.

Pour chaque type d'impact caractérisé (effet de serre, détérioration de la couche d'ozone, développement d'oxidant photochimiques, acidification).

A chacun de ces impacts est associé un certain nombre de flux très spécifiques et en accord avec les normes internationales.

Ainsi l'évaluation de l'impact « effet de serre » prendra en compte les émissions liées au CO<sub>2</sub> (le dioxyde de carbone), aux CFCs (les Chlorofluorocarbures), aux HCFCs (les Hydrochlorofluorocarbures) et au CH<sub>4</sub> (le méthane).

De plus pour chacun de ces impacts il existe un flux de référence qui permettra de convertir les autres flux afin d'obtenir une équivalence par rapport à ce flux de référence et donc de calculer un impact global.

On notera qu'un même flux peut être à l'origine de plusieurs impacts différents.

La figure 17 permet de modéliser ce raisonnement explicité précédemment.

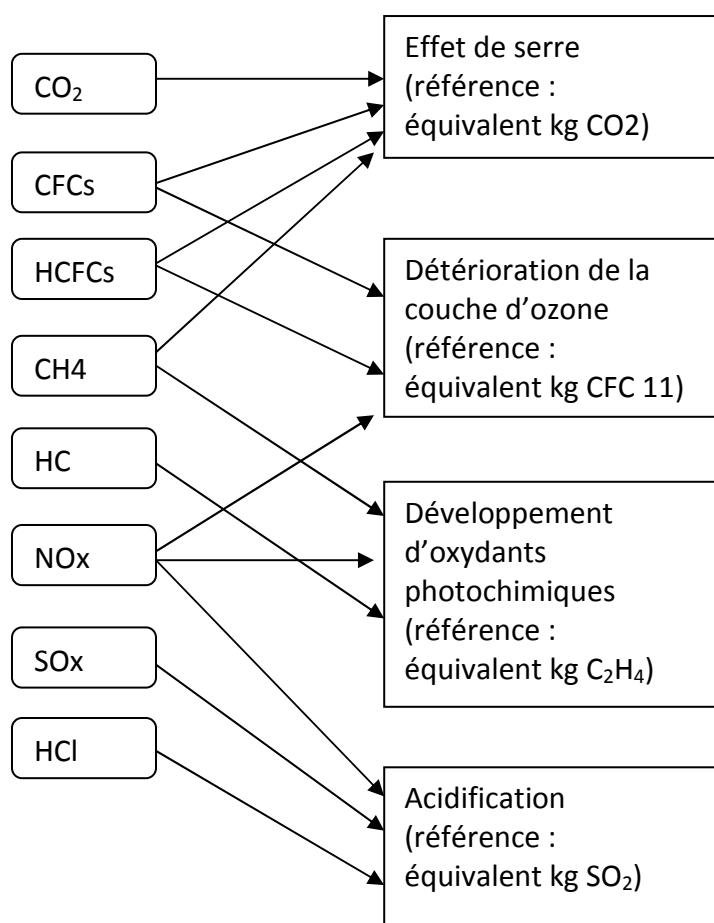


Figure 17 : modélisation du principe de calcul d'impact

L'intérêt de l'outil TEAM est qu'il référence une multitude d'impacts qu'il appelle « méthode » et qu'il classe par catégorie d'impact et en précisant donc l'ensemble des flux qui seront pris en compte pour calculer l'impact pour une méthode donnée.

La figure 18 illustre le fonctionnement de l'outil TEAM qui contient au sein de sa base de données de nombreuses combinaisons permettant d'associer à des impacts donnés, des flux précis (en accord avec les normes).

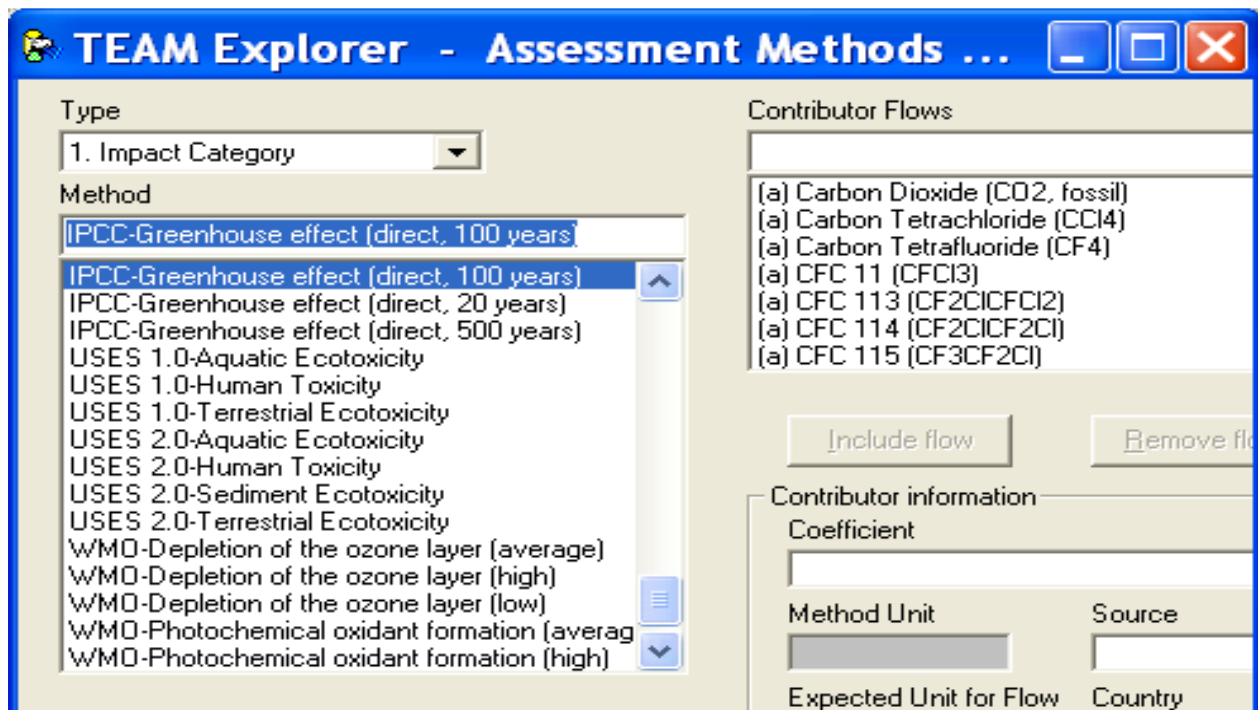


Figure 18 : représentation de la phase d'évaluation d'impact gérée par TEAM

En nous appuyons sur TEAM, cela nous permet donc d'utiliser les standards internationaux tels qu'ils sont définis en fonction des impacts (« méthodes ») qui sont étudiée et qui sont elles aussi définies par des standards.

### 3) Interprétation des résultats et analyse critique de l'étude

#### 3.1 Interprétation

##### 3.1.1 Bilan des émissions CO<sub>2</sub>

###### 3.1.1.1 Analyse relative ramenée au kilo de produit objectif par famille

Comme cela avait été défini dans les objectifs de l'étude, les calculs d'impacts ont été faits pour l'ensemble des flux ayant une influence sur l'environnement. Ces éléments ont été calculés et sont disponibles dans des fichiers récapitulatifs.

Cependant, il a été décidé de ne se concentrer dans la phase d'interprétation que sur les émissions de CO<sub>2</sub>, les consommations d'électricité et en énergie.

La figure 19 présente donc les 8 familles telles qu'elles avaient été définies, en leur associant une valeur d'émission de CO<sub>2</sub> exprimée en g de CO<sub>2</sub> émis afin de produire 1 kg de talc de cette famille.

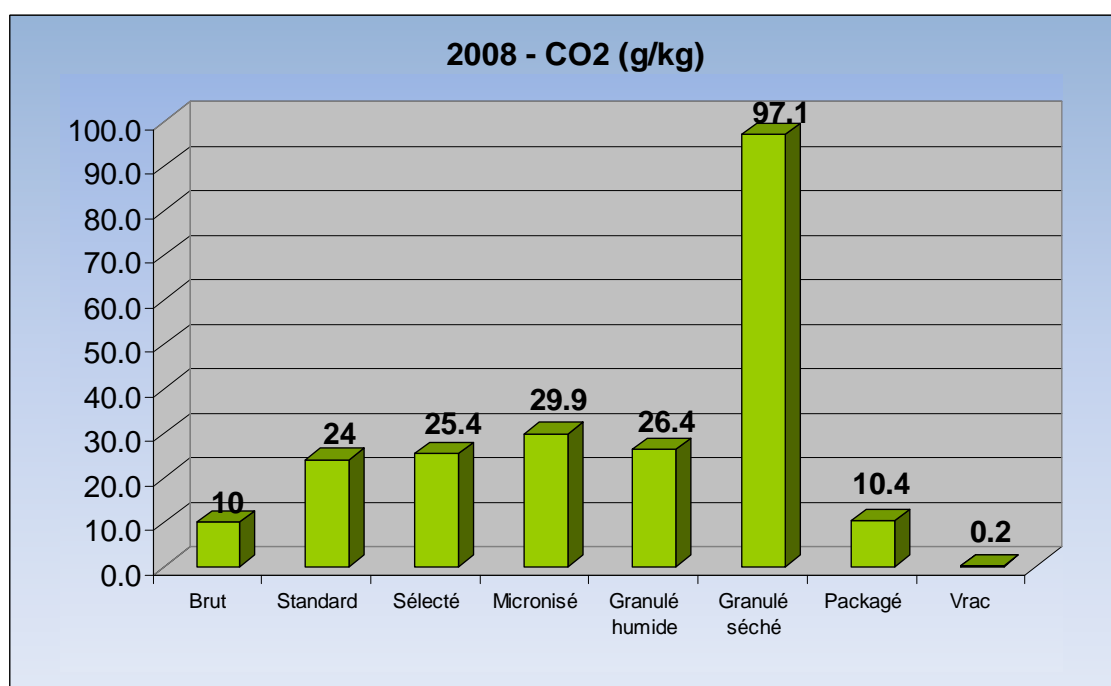


Figure 18 : émission de CO<sub>2</sub> liées à la production d'un kg de talc selon les familles de l'étude

On rappellera que ces familles n'ont pas exactement le même statut :

- les familles « Standard », « Sélectés », « Micronisés », « Granulés humides » et « Granulés séchés » représentent le cumul de l'ensemble des étapes allant de l'extraction jusqu'au process industriel hors conditionnement

- les familles « Packagés » et « Vrac » sont des familles qui ne sont en fait que des étapes uniques. Elles ont volontairement été traitées à part afin de ne pas démultiplier le nombre de familles à créer. Ainsi, pour connaître l'impact total d'un talc micronisé conditionné en vrac, il suffira de sommer les valeurs des deux familles concernées

- la famille « brut » étant la seule famille à ne pas subir de process industriel et étant toujours conditionnée en vrac, elle a été traitée séparément et donc la valeur liée à cette famille est une valeur global cumulant toutes les étapes dont le conditionnement.

Il est important de comprendre que ces valeurs ne peuvent pas réellement en toute rigueur être comparées entre elles.

En effet, il ne serait pas juste de dire que la famille « Micronisés » (29,9 g/kg) a plus d'impact que la famille « Sélectés » (25,4 g/kg).

Tout d'abord il faut garder en mémoire que ce chiffre représente l'émission qu'il a fallu dégager pour produire non pas un kg de talc en général mais 1kg de talc correspondant au produit d'une famille précise. Sachant que cela prend en compte le séchage ou l'hydratation de certains produits.

De plus ce chiffre ne prend pas en compte les émissions globales liées à la production totale par famille.

### *3.1.1.2 Identification des enjeux significatifs*

#### 3.1.1.2.1 Analyse par système

En analysant les résultats de la figure 18 il est possible de voir que certaines familles atteignent des valeurs plus ou moins élevées.

Bien que le but ne soit pas de comparer les familles entre elles, il était tout de même intéressant de pouvoir comprendre d'où venaient ces différences.

Or nous savons qu'une famille a été définie comme un enchaînement de plusieurs systèmes (sauf dans le cas des familles du conditionnement qui font figure d'exception).



Nous avons donc voulu refaire les mêmes calculs mais en présentant au sein de chaque famille, les contributions liées aux différents systèmes (étapes) de ces familles.

La figure 19 représente donc les émissions de CO<sub>2</sub> exprimée en g de CO<sub>2</sub> émis afin de produire 1 kg de talc pour chaque famille mais en détaillant la contribution des différentes étapes du process de fabrication.

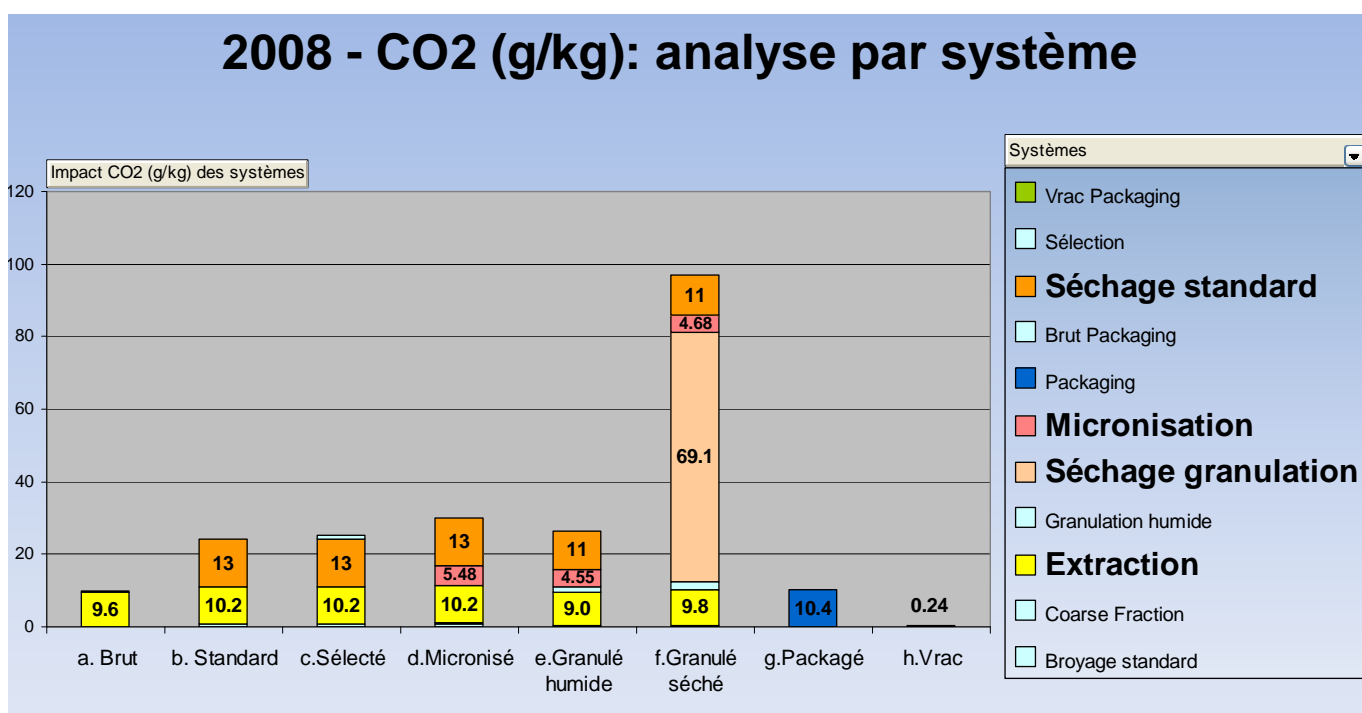


Figure 19 : émissions de CO<sub>2</sub> par famille en g de CO<sub>2</sub> par kg de talc, détaillées par étapes de fabrication

Cela a donc permis de mettre en exergue les principaux systèmes impactant le plus les différentes familles. Ainsi les étapes « extraction », « micronisation », « séchage standard » et « séchage granulation » se sont révélées avoir le plus d'impact.

Dès lors nous avons décidé de pousser le raisonnement en détaillant ces 4 principaux systèmes afin de voir les flux qui contribuent le plus aux émissions de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.1.2.2 Analyse par flux

Sur le graphe qui suit nous retrouvons donc les 4 principaux « systèmes » identifiés sur le graphe précédent. Mais ici nous avons cherché à analyser la contribution liée aux différents flux.

Il existe un grand nombre de flux mais ce sont essentiellement 3 d'entre eux qui se distinguent : le propane, l'électricité et le diesel.

La figure 20 présente une analyse des émissions de CO<sub>2</sub> au sein de 4 principales étapes de fabrication (4 « systèmes ») et détaillées par flux.

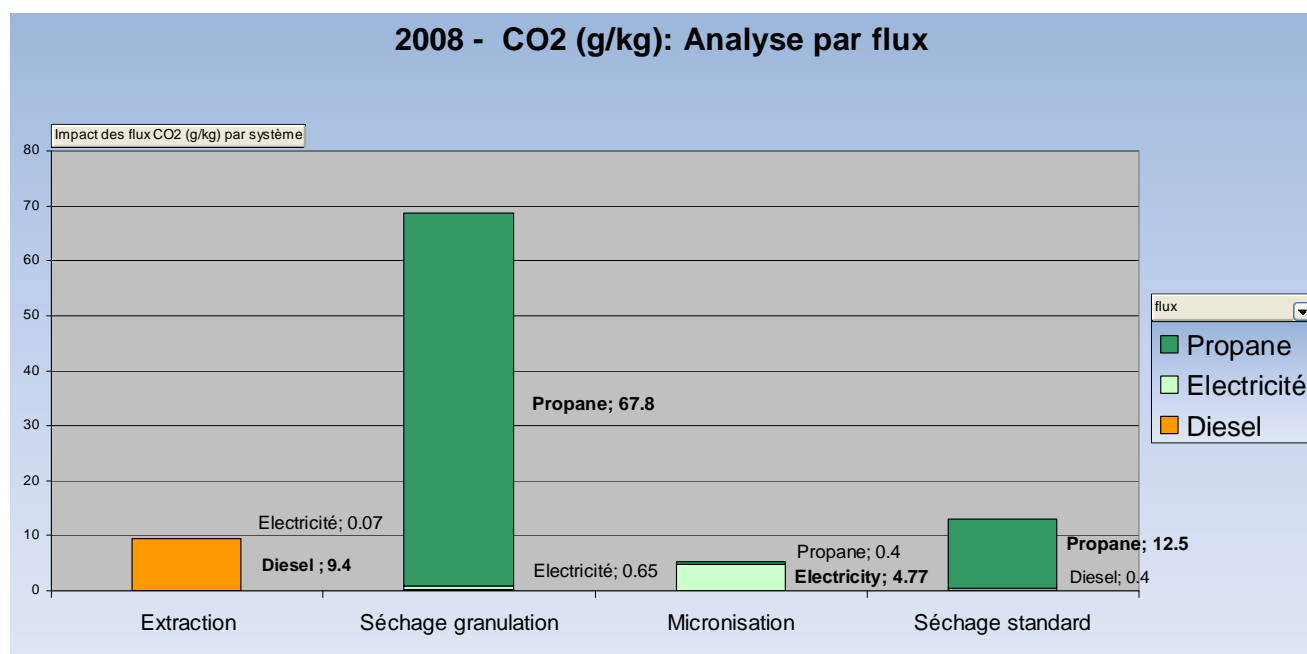


Figure 20 : détail des émissions de CO<sub>2</sub> au sein des systèmes en fonction des principaux flux

En particulier cette analyse a permis de révéler à quel point l'impact du propane pouvait être important.

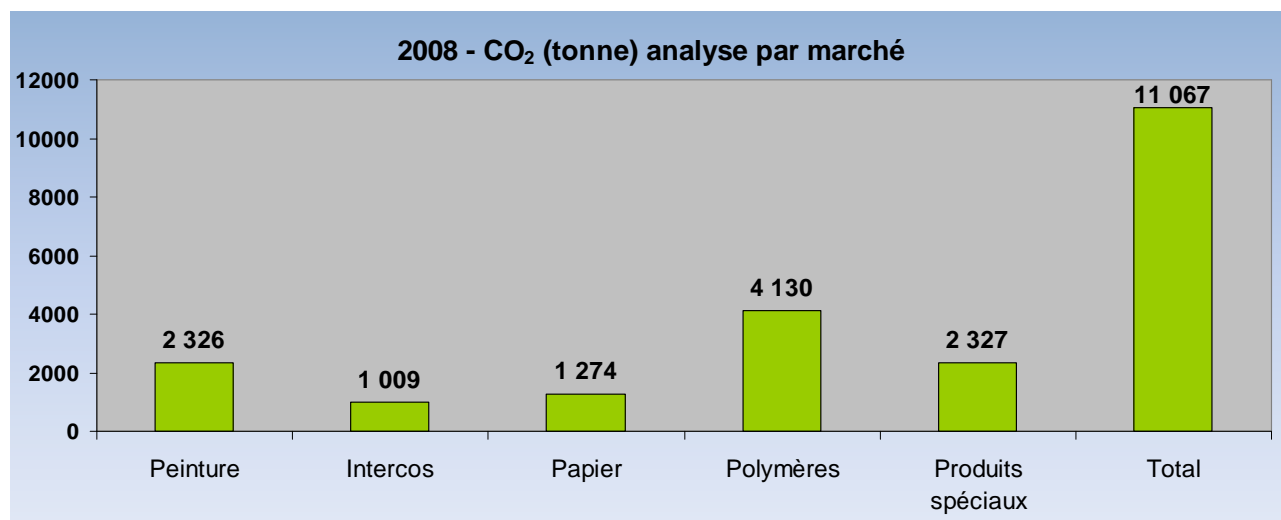
Inversement, si l'atelier de micronisation représente à lui seul plus de 50% des coûts en termes d'électricité, il n'en va pas de même en termes d'impact environnemental.

Cela permet de mettre en évidence qu'un taux élevé de consommation d'électricité n'est pas forcément synonyme de forts impacts environnementaux. Tout dépend du profil de l'électricité utilisée. Une entreprise qui utilisera une électricité produite en utilisant du charbon, n'aura pas le même impact qu'en utilisant une électricité provenant d'une centrale hydroélectrique par exemple.

### 3.1.1.2.3 Analyse par marché

Il était également intéressant de présenter ces mêmes résultats en termes de marchés. En effet, nous ne sommes pas sans savoir que le talc doit faire face à la concurrence d'autres minéraux industriels.

La figure 21 présente donc une analyse des émissions globales de CO<sub>2</sub> par marché, permettant ainsi d'anticiper les situations de compétitivité sur certains marchés ou au contraire un manque de « compétitivité environnementale ».



*Figure 21 : analyse des émissions CO<sub>2</sub> par marché*

Ici, il apparaît clairement que le marché des polymères est celui où l'impact en termes d'émissions CO<sub>2</sub> est le plus important. Or au niveau des polymères il existe d'autres minéraux substituables au talc. Ainsi, un concurrent même plus cher que nous, pourrait opposer comme argument commercial : un meilleur « respect de l'environnement » s'il s'avérait qu'il avait des résultats inférieurs aux nôtres.

### 3.1.1.2.4 Analyse globale par famille

Cette présentation des résultats permet de relativiser certaines conclusions qui auraient pu être tirées à partir du graphe définissant les émissions de CO<sub>2</sub> par kg de talc d'une famille donnée.

En effet, si pour produire 1kg de talc « Standard » on n'émet que 24grammes de CO<sub>2</sub>, cette famille n'en reste pas moins la plus polluante avec une émission totale de 4612 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2008.

La figure 22 permet donc de relativiser les résultats de la figure 18 en présentant les émissions CO<sub>2</sub> dans un contexte beaucoup plus global correspondant aux émissions liées aux ventes spécifiques aux familles définies.

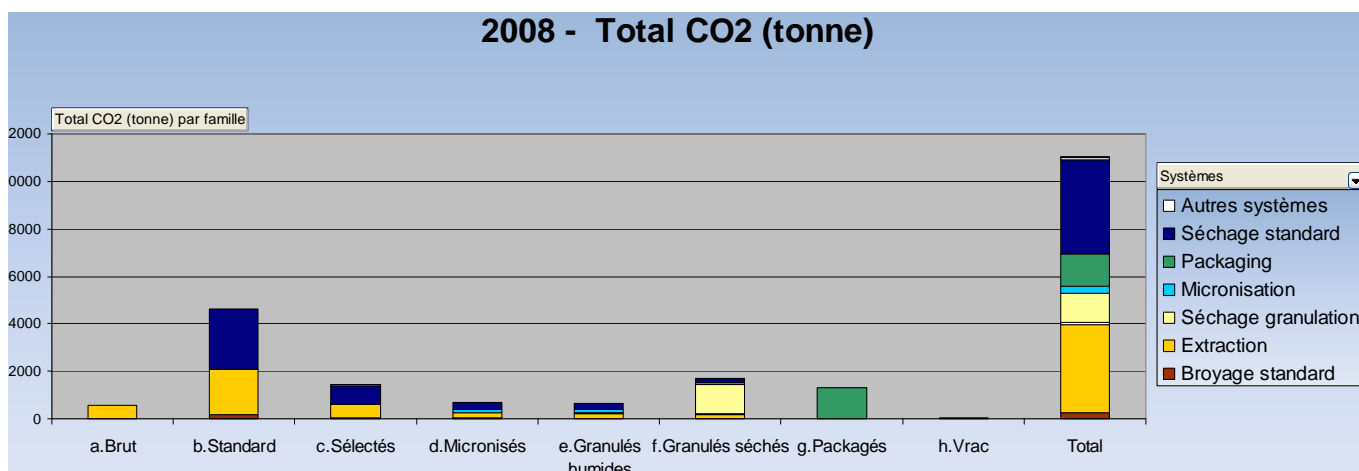


Figure 22 : émissions globales de CO<sub>2</sub> en fonction des tonnages vendues dans chaque famille

Attention, ce graphe ne signifie pas que tout le talc ayant subi le processus « Standard » a contribué à une émission de 4612 tonnes de CO<sub>2</sub>. En effet, ce chiffre ne correspond qu'au talc qui est passé par le process « Standard » (extraction, séchage, broyage) dans le but d'être vendu directement en tant que « Standard ».

Ce chiffre n'intègre donc pas les émissions de CO<sub>2</sub> qui sont liées au talc étant également passé par le process « Standard » mais destiné à alimenter en aval d'autres familles (sélectés, micronisés, granulés humides, granulés séchés).

Cette contribution du « Standard » dans les familles en aval est bien prise en compte mais est comptabilisée directement dans les valeurs liées à ces familles.

### 3.1.2 Bilan des consommations

#### 3.1.2.1 Consommations d'eau

A l'image de l'étude qui a été menée concernant les émissions de CO<sub>2</sub>, la même démarche a également été réalisée au niveau des consommations d'eau.

Il s'agit une nouvelle fois de prendre en compte l'ensemble des étapes en incluant les variations de masse, afin de pouvoir calculer la quantité d'eau nécessaire à la production d'un kilo de talc d'une famille donnée.

La figure 23 présente donc les consommations d'eau qui ont été nécessaires pour produire 1 kg de talc d'une famille donnée et tenant compte de l'ensemble des étapes qui ont été définies lors de la création des familles.

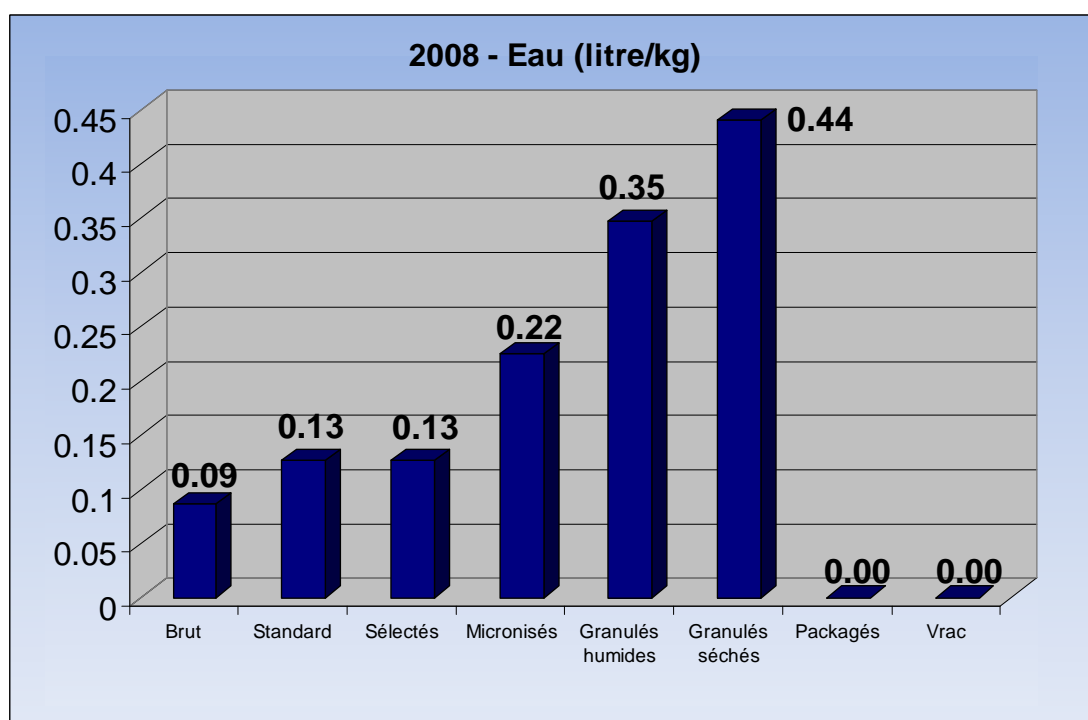


Figure 23 : consommations cumulatives de l'eau afin de produire 1kg de talc d'une famille donnée

Dès lors, on comprend mieux (étant donné que ces résultats sont exprimés de façon cumulative en prenant en compte toutes les étapes en amont et en ramenant ensuite ces valeurs à 1 kg de produit fini dans la famille concernée), que l'on retrouve une valeur plus élevée de consommation d'eau pour produire objectivement 1 kg de talc granulé séché.

En effet cela peut paraître surprenant puisqu'après avoir ajouté de l'eau à la « granulation humide », l'atelier correspondant aux granulés séchés ne va justement pas rajouter d'eau mais va au contraire sécher les granulés.

Sauf que ces résultats étant ramenés au kilo de produit fini objectif, on comprend mieux qu'on aura besoin de plus d'eau pour produire 1kg de talc granulé séché que pour produire 1kg de talc granulé humide.

### 3.1.2.2 Consommation en énergie (diesel, essence, propane) et électricité

Un raisonnement similaire à ceux réalisés pour les émissions de CO<sub>2</sub> et pour les consommations d'eau a été réalisé pour les consommations en énergie et en électricité.

La figure 24 permet donc de présenter les quantités d'énergie qui seront nécessaires pour produire 1kg de talc d'une famille donnée.

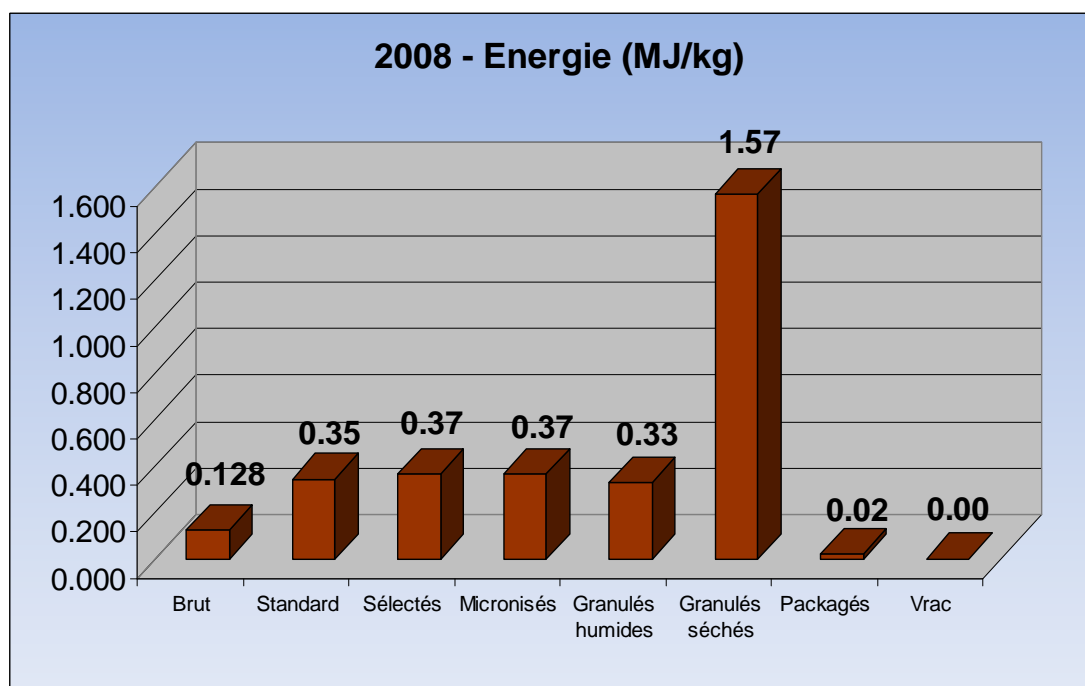


Figure 24 : consommations d'énergie nécessaires à production d'1kg de talc d'une famille donnée

En termes d'énergie on retrouve bien la famille « Granulés séchés » comme étant la plus consommatrice d'énergie.

En effet cette valeur exprimée en Méga Joule regroupe toutes les données relatives à l'essence, le diesel et le propane.

Or les consommations de propane sont de plus de 19 000 000 MJ au niveau du séchage des granulés séchés pour seulement 17 000 tonnes de granulés séchés, contre environs 67 000 000 MJ au séchage standard mais pour une sortie de plus 315 000 tonnes de talc séché standard.

On pourrait alors se dire que pour être plus proche de la réalité il aurait fallu définir une famille « Standard » ou les systèmes : extraction, séchage standard, broyage standard seraient définis uniquement pour la partie du talc standard réellement vendue en tant que talc « Standard » (c'est-à-dire 192 040 tonnes).

Peut-être dans un second temps il serait intéressant de pousser l'analyse à ce niveau de détail.

La figure 25 présente les consommations d'électricité nécessaire à la production d'1kg de talc issu de chacune de familles.

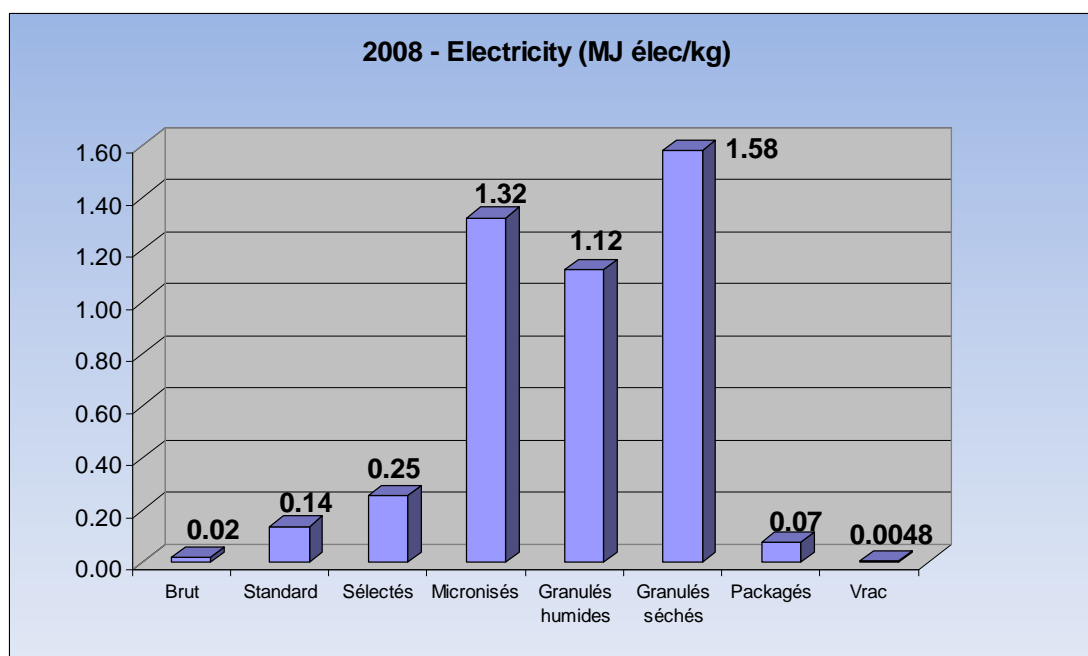


Figure 25 : consommations d'électricité afin de produire 1kg de talc d'une famille donnée

Une nouvelle fois le caractère relatif de ces valeurs (ramenées au kilo de produit objectif) réapparaît. En effet, comme nous l'avons souligné précédemment, le système « Micronisation » représente plus de 50% de la consommation totale en électricité. Mais en termes de consommation nécessaire à la production d'1kg d'une famille donnée, la micronisation n'est pas le système qui requière le plus d'électricité.

Enfin, étant donné qu'il s'agit de valeurs cumulatives prenant en compte toutes les étapes les unes à la suite des autres, on pouvait s'attendre à ce que la valeur associée à la famille « granulés humides » soit plus élevée que celle associée à la micronisation.

En effet, au niveau du process il y a d'abord une micronisation qui est ensuite suivie d'une granulation humide. Dès lors en termes d'impact cumulé on s'attendrait à avoir une valeur plus élevée à la granulation humide.

Sauf que l'ajout d'eau dans les granulés entraîne une variation de masse qui se traduit par le fait que l'on aura besoin de moins de talc pour produire 1 kg de talc granulé humide que pour produire 1 kg de talc micronisé.

Cela se répercute donc en termes de consommation d'électricité.

## **3.2 Contrôle de sensibilité**

### **3.2.1 Principe du contrôle**

La mise en place d'une ACV est à l'image de l'analyse de comptabilité analytique afin de déterminer la répartition des coûts dans une entreprise.

Ainsi, tout comme en analyse des coûts, les normes actuelles qui définissent la démarche ACV laisse quand même aux analystes une certaine liberté concernant les options d'étude.

Dès lors, tous ces choix auront une incidence plus ou moins marqué sur les résultats de l'étude qui sera menée.

Par conséquent, il apparaît essentiel après toute étude de ce type de procéder à une analyse plus poussée de la sensibilité des résultats face aux différents choix qui auront été faits.

Cette étude de sensibilité permet donc d'estimer les effets sur les résultats d'une étude, des choix concernant les méthodes et les données.

Par contre comme le souligne la norme ISO 14044 :2006, l'incapacité du contrôle de sensibilité à trouver une sensibilité significative des résultats ne signifie pas nécessairement qu'il n'y en a pas.

### **3.2.2 Cas particulier du broyage : affinage en fonction des débits des broyeurs**

En termes de coûts, l'atelier de « sélection » est déjà pénalisé par rapport à la micronisation car lors des bilans comptables les deux ateliers supportent avec le même poids les coûts du broyage standard.

Or dans la réalité le broyage standard à destination de la micronisation ne sera pas le même que le broyage standard à destination de la sélection.

En effet, les consommations sont directement liées aux débits des broyeurs, à leur réglage et à leur nombre d'heures de fonctionnement.

Dès lors nous avons souhaité réaliser une distinction entre les différents types de broyage standard.

D'une part nous avons identifié le broyage 30-40 microns à destination de la micronisation et d'autre part le broyage 25-75 microns à destination de la sélection.



La figure 26 présente donc les résultats des émissions de CO<sub>2</sub> avant et après avoir réparti les différents flux liés au broyage standard entre le broyage standard 25-75 microns et le broyage standard 30-40 microns.

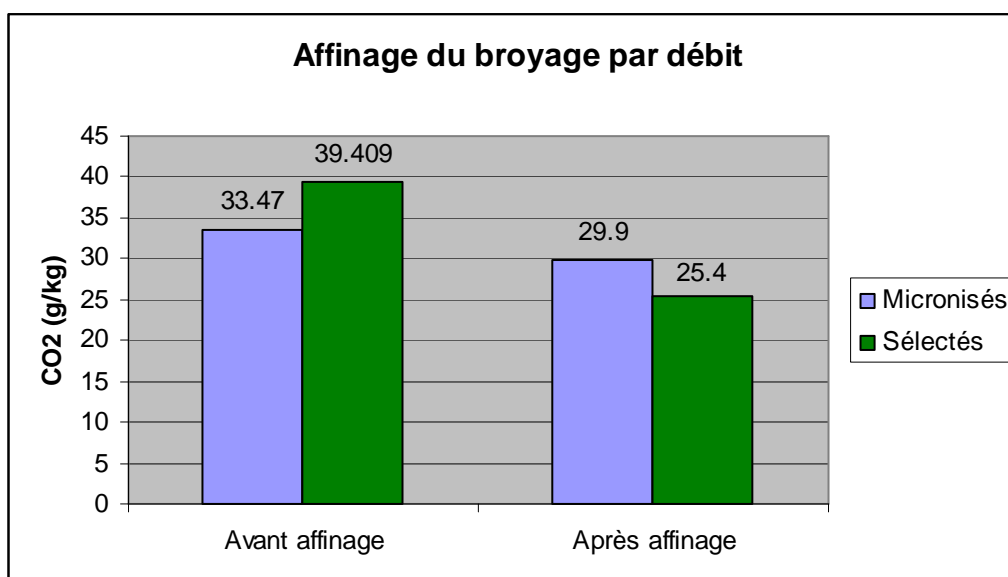


Figure 26 : impact de la prise en compte des débits des broyeurs standards

Les résultats se sont avérés non négligeables puisqu'on observe une inversion des tendances avant et après l'affinage du broyage.

Bien qu'il ne soit pas rigoureux de comparer deux familles entre elles au niveau des valeurs en elles-mêmes, par contre une comparaison des tendances avant et après l'analyse de sensibilité peut présenter un intérêt.

### 3.3 Analyse comparé Talc Luzenac/IMA

L'IMA (Industrial Minerals Association), l'association européenne des minéraux industriels avait réalisé en 2008 une étude à l'image de celle que nous avons réalisée.

Cette association a donc débuté son travail d'inventaire en accumulant un certain nombre de données.

L'ensemble des données de consommations et d'émissions ont été récoltées pour des étapes de production définies par l'IMA elle-même et ces étapes étaient communes à l'ensemble des sites participant au projet.

Ainsi, bien que certaines entreprises ne pratiquent pas la flottation\*, des données ont quand même été récupérées et des valeurs moyennes ont ensuite été retenues.

De même pour les profils d'électricité, les données ont été récoltées sur 27 pays Européens, en y ajoutant le Turquie. Quand on sait la nette différence qui peut apparaître entre l'impact d'une électricité basée sur le charbon et une électricité « verte », on pouvait s'attendre à observer d'importantes différences avec notre étude.

La figure 27 permet de mettre en parallèle la valeur d'émission de CO<sub>2</sub> annoncée par l'IMA comparée avec les émissions liées à notre étude.

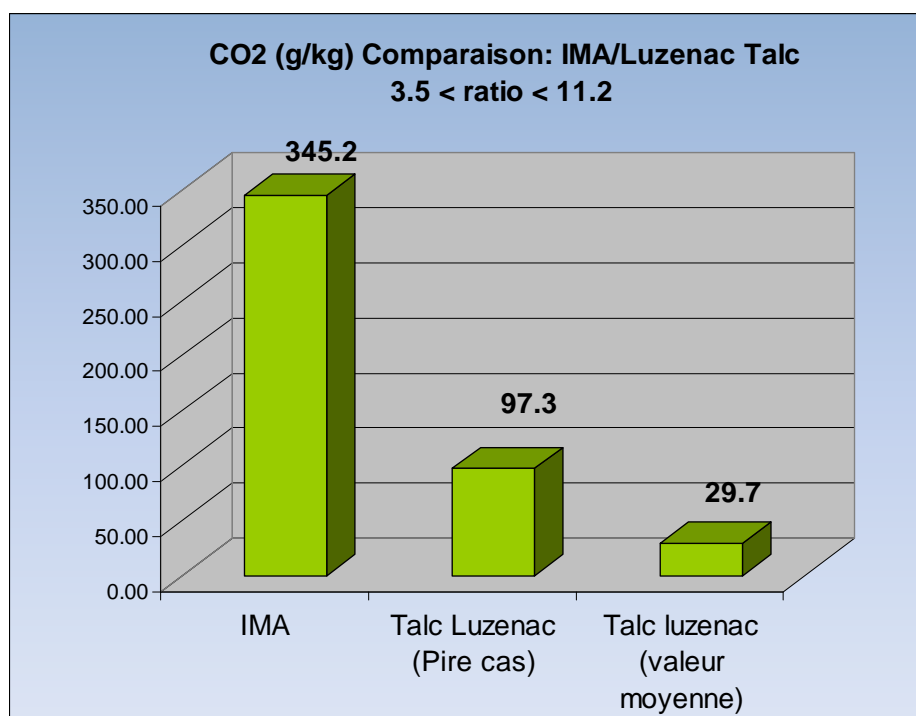


Figure 27 : comparatif des émissions de CO<sub>2</sub> calculées par l'IMA et par Talc de Luzenac

Une comparaison a donc été réalisée entre le talc micronisé qui avait servi de référence à l'IMA et un produit issu de la famille émettant le plus de CO<sub>2</sub> pour Talc de Luzenac France (le granulé séché conditionné en vrac).

Par ailleurs nous avons calculé une valeur moyenne sur l'ensemble des 6 familles (standard, sélectés, micronisés, granulés humides, granulés séchés) en considérant un conditionnement évalué au prorata des tonnages de talc vrac et packagés.

Ainsi on observe que même dans le pire des cas nous avons une émission de CO<sub>2</sub> qui est 3,5 fois moins élevée que celle annoncée par l'IMA. Puis en considérant une valeur moyenne nous arrivons à un ratio de 11.2 fois moins que la valeur de l'IMA.

La figure 28 illustre une comparaison de résultats concernant les consommations en eau, énergie et électricité.

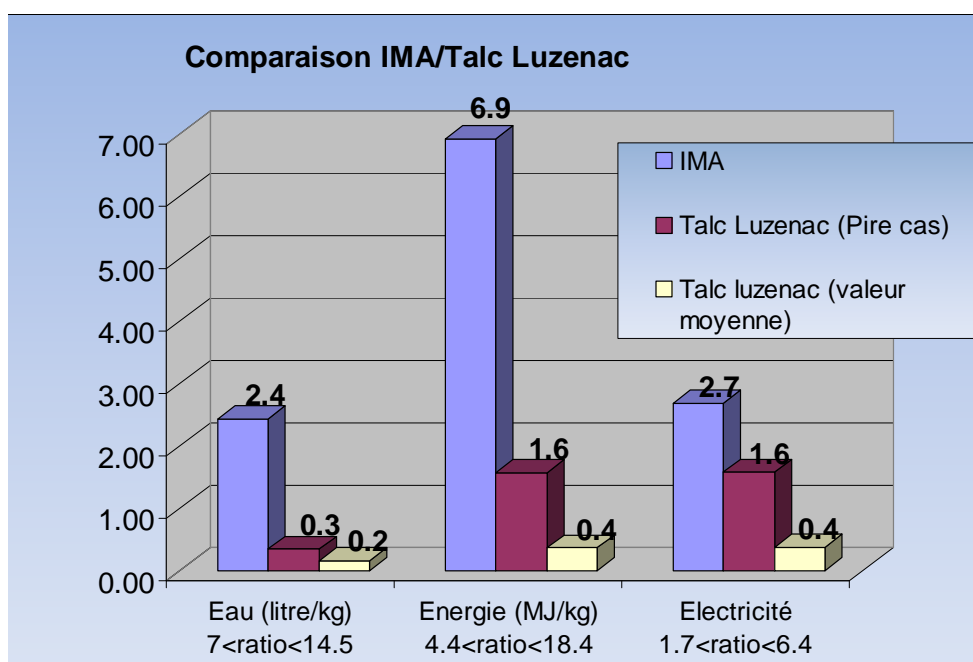


Figure 28: comparatif des valeurs de consommations d'eau, d'énergie et d'électricité entre l'IMA et notre étude

Par contre il est très important de noter que cette comparaison n'a aucune valeur scientifique. La comparaison de valeur d'analyse de cycle de vie est très règlementée et le but ici n'était **qu'à titre indicatif** et **strictement réservé** à des utilisations **en interne** au sein du groupe Rio Tinto.

**En aucun cas ces informations ne devront être divulguées** sans avoir respectées les procédures explicitées dans la partie (3.5 Comment utiliser ces résultats ?).

### **3.4 Recommandations**

#### **3.4.1 Des améliorations de process ?**

Il faut savoir qu'il y a encore quelques années tous les fours servant au séchage (séchage standard et séchage granulation) étaient alimentés fuel lourd.

Or actuellement tous les fours ont été remplacés par des nouveaux systèmes de fours au propane.

Cependant l'étude a montré que dans notre cas le propane est le flux qui contribue le plus aux émissions de CO<sub>2</sub> par rapport aux autres sources d'énergie que nous utilisons.

Il serait alors intéressant de se demander ce qui se passerait si on n'utilisait que du fuel lourd pour tous les ateliers à la place du propane.

Nous pourrions même pousser le raisonnement en faisant une simulation à partir des données concernant les technologies de fours fonctionnant sur la biénergie (fuel-électricité).

#### **3.4.2 Comment améliorer notre impact CO<sub>2</sub> ?**

Comme nous le savons tous, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est aujourd'hui devenue un enjeu majeur auquel toutes les entreprises seront amenées à se mesurer.

Certes, il est possible de procéder à des améliorations en termes de process industriels (choisir des machines plus performantes, des énergies moins polluantes, supprimer des procédés...).

Mais dans le cas où cette piste ne s'avère pas probante, il existe également d'autres solutions à explorer.

Parmi celles-ci nous pourrions citer la solution des « crédits carbone ».

Cela consiste à compenser les émissions de CO<sub>2</sub> en passant par un intermédiaire qui va nous vendre des « crédits carbone ».

Cela serait d'autant plus faisable que l'un de ces intermédiaires n'est autre qu'ElectraBel qui déjà notre propre fournisseur d'électricité.

Concrètement cela consiste à soutenir des projets présentant un impact positif sur l'environnement afin de compenser ses émissions de CO2 ce qui se traduit par l'achat de certificats appelés 'Carbon Credits'.

### ***3.5 Comment utiliser ces résultats ?***

#### **3.5.1 Quelles sont les conditions pour mener une analyse comparative ?**

Afin de pouvoir mener une analyse comparative entre des systèmes différents et destinée à être divulguée au public, il convient de respecter un certain nombre de règles sur lesquelles insiste la norme ISO 14044 :2006.

Ainsi, il sera nécessaire d'utiliser la même unité fonctionnelle ainsi qu'une méthodologie équivalente.

Cependant la norme reste assez vague concernant ce qu'elle entend par le terme « équivalente ». Néanmoins, elle rappelle que certains aspects tels que l'unité fonctionnelle, la frontière du système, la qualité des données, les règles d'affectation, les modes de décisions ainsi que les règles d'évaluation des impacts doivent être équivalentes.

Nous retiendrons tout de même que la norme n'exclut pas que la comparaison soit quand même faite, même en cas de manquement à l'équivalence sur certains aspects.

Par contre, dès l'instant où cette équivalence ne sera pas respectée, il faudra absolument que les différences d'approches soient notifiées et clairement explicitées dans le rapport d'étude.

### 3.5.2 Est-il possible de divulguer des analyses comparatives ?

#### 3.5.2.1 La revue critique avant divulgation

Même en respectant ces critères d'équivalence, toute divulgation de comparaison de résultats devra faire l'objet d'une revue critique.

La revue critique permet de garantir que les méthodes utilisées lors de l'ACV sont valables d'un point de vue scientifique et technique et qu'elles sont bien cohérentes avec les normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 : 2006.

De même lors de cette revue critique, il devra être vérifié que les données qui ont été utilisées étaient appropriées et raisonnables par rapport aux objectifs de l'étude.

De plus, cela permet également de garantir que les conclusions qui ont été tirées lors de la phase d'interprétation, ont bien tenu compte des limitations de l'étude.

Enfin, cette revue critique vérifiera que le rapport d'étude est bien transparent et cohérent.

#### 3.5.2.2 Principes

La réalisation de cette revue critique implique :

- d'être en accord avec les principes décrit dans le paragraphe 4.1 de la norme ISO 14040
- de suivre les exigences décrites par la norme ISO 14044

De plus, lorsqu'une revue critique doit être faite, il faut l'annoncer dès les objectifs de départ dans le champ d'étude et préciser également dans les objectifs: la méthode qui sera retenue pour cette revue.

Par ailleurs, il faut préciser le type de revue critique prévue ainsi que la ou les personne(s) en charge de cette analyse ainsi que le niveau d'expertise de la ou les personne(s) retenue(s).

**On retiendra que le fait de procéder à une revue critique ne valide absolument pas le fait qu'une analyse comparative puisse être menée et communiqué.** Par contre, cette condition, faute d'être suffisante, reste toute fois nécessaire.

Dès lors, on distingue deux types de revues critiques : internes ou externes.

### *3.5.2.3 La revue critique par un expert interne ou externe*

Si cette option est choisie, alors c'est un expert indépendant qui peut être interne ou externe qui devra effectuer cette mesure. Il devra bien connaître les exigences liées aux principes de l'analyse de cycle de vie et avoir les compétences et les connaissances scientifiques et techniques adaptées à une telle étude.

Nous pouvons dès lors soulever la question de savoir s'il est possible qu'un expert soit à la fois « interne » et « indépendant » et donc **quel sens apporter au mot « indépendant » tel que présenté par la norme ?**

Ainsi, tous les commentaires et recommandations de l'expert devront être inclus dans le rapport d'étude.

### *3.5.2.4 La revue critique par le comité des parties intéressées*

Dans le cas d'une revue critique par un comité il convient qu'un expert externe et indépendant soit nommé président (par le commanditaire de la revue) d'un comité de revue qui devra comporter au moins 3 personnes. Puis, c'est à ce président que revient la tâche, en fonction du budget alloué pour la revue et des objectifs définis en première phase de l'étude, de nommer d'autres experts qualifiés et indépendants.

Parmi ces parties intéressées on peut retrouver également les parties qui seront plus ou moins directement affectées par les conclusions de cette ACV. Ainsi, il pourra s'agir d'agences gouvernementales, d'organisations non gouvernementales, de concurrents et des industries affectées.

De même que pour l'expert indépendant, toutes les recommandations et conclusions qui seront émises par le comité, devront être incluses dans le rapport d'étude de l'ACV.

## **3.6 L'organisation de Work Shop Européen**

Il avait été décidé que le site de Luzenac serait le premier à développer la démarche « analyse de cycle de vie » et qu'il servirait donc de support aux autres filiales.

Dès lors, conscients des difficultés qui avaient pu être rencontrées lors de la mise en place et de la réalisation du projet à Luzenac, il a été décidé de mettre en place un Work Shop Européen.

Cette formation initialement prévue pour la Belgique, l'Italie, l'Autriche et l'Espagne n'a finalement pu bénéficier qu'à l'Italie et à l'Autriche pour des questions d'organisation.

Le Work Shop s'est tenu sur 3 jours : les 25, 26 et 27 Mai 2010 et a été organisée de façon à ce que des personnes totalement novices sur le sujet puissent repartir en ayant acquis des bases solides pour débiter leur projet.

Le déroulement a donc été le suivant :

- Partage sécurité (obligatoire lors de toute réunion au sein de Rio Tinto)
- Introduction à l'analyse de cycle de vie d'un point de vu commercial
- Méthodologie de l'analyse de cycle de vie et principes de modélisation
- Présentation du modèle retenu pour Talc Luzenac et des premiers résultats
- Présentation et formation sur l'outil TEAM
- Détail de la mise en place de la phase d'inventaire
- Cas pratique d'ébauche de modélisation à partir des données de l'Italie et de l'Autriche
- Elaboration d'un plan de travail à long terme pour la coordination du projet à l'échelle européenne

Ces filiales ont donc pu bénéficier de l'expérience de Luzenac et cela a représenté un réel gain de temps.

De plus, pendant tout le mois de Juin, un support par mail et téléphone a été mis en place entre Luzenac, l'Italie et l'Autriche afin de les aider à la mise en place du projet.

Par la suite, une conférence à distance a été organisée avec l'Australie qui n'avait pas pu être présente lors de ce Workshop\*. Il n'était évidemment pas possible de refaire une formation uniquement par téléphone. Mais cela a au moins permis de leur présenter ce qu'est une analyse de cycle de vie, ses objectifs, nos résultats et surtout de répondre à leurs interrogations.



## Conclusion

Le projet TEAM avait pour but de pouvoir évaluer et interpréter les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production de Talc, ainsi que toutes les consommations qui s'y rattachent en termes d'eau, d'énergie et d'électricité.

De plus, ce projet étant appelé à vivre au-delà de ces travaux de fin d'étude, il a donc été mené dans un cadre beaucoup plus large qui est l'analyse de cycle de vie.

Ainsi, bien que les objectifs de l'étude précisent que les conclusions ne seraient tirées que sur les émissions de CO<sub>2</sub> et les consommations de l'entreprise, l'ensemble des calculs ont tout de même été réalisés sur un grand nombre d'impacts. Ces données sont donc stockées et pourront par la suite faire l'objet d'une phase d'interprétation plus poussée.

Ainsi, aujourd'hui une réponse claire pourra être apportée à tout client souhaitant connaître l'impact des produits qu'il achète.

Cependant, avant toute publication de résultats une deuxième phase devra être abordée en se demandant comment les communiquer. A qui communiquer ? Quelles précautions doivent être prises ?

Il est donc important de garder en mémoire qu'aucune étude (qu'il s'agisse d'une analyse de cycle de vie complète ou des prémices d'une ACV), ne peut communiquer des résultats sans y joindre un support complet permettant d'assurer la transparence de l'étude.

Comme cela a pu être explicité dans ce rapport, une ACV reste tributaire d'une certaine incertitude qui doit être estimée et justifiée. Un chiffre n'a de sens que s'il est accompagné d'explications, d'un périmètre d'étude précis et de l'ensemble des hypothèses retenues.

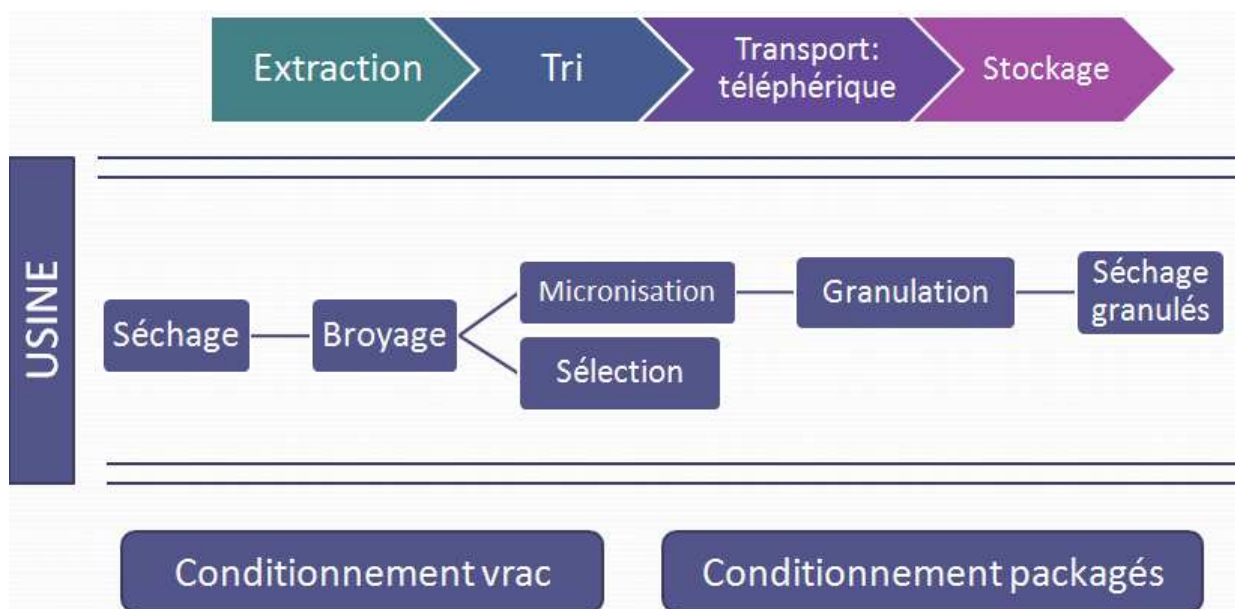
Grâce au travail qui a été fourni pour Talc de Luzenac France, les autres filiales en Europe et dans le monde pourront bénéficier de cette expérience et s'appuyer sur le cadre qui aura été défini dans cette étude. Des formations ont d'ores et déjà eu lieu avec l'Autriche et l'Italie afin de mettre en place la même démarche sur leur site. Une conférence à distance a également été organisée avec l'Australie et une « fonction support » a été mise en place pendant un mois afin de répondre à toutes les interrogations des autres filiales.

Ce projet s'inscrit donc dans la durée et il n'est nul doute que cette anticipation des enjeux environnementaux aura des retombées bénéfiques si la démarche est pérennisée.



## ANNEXES

### *Annexe 1 : Présentation simplifiée du processus de production du talc*





## Annexe 2: liste des flux finaux (hors flux intermédiaires de calcul)

SYSTEMES				
Ore mining	flow	units	formula	previous units
input	(r) Talcum(4SiO <sub>2</sub> .3MgO.H <sub>2</sub> O,ore)	kg	outflow("_trimouns Talc ")*1000	tonne
	Ammonium Nitrate	kg	94%*total explosive	kg
	Water: Ground	litre	80%* trimouns watering + STT water	litre
	Water Used (total)	litre	inflow("Water: Ground")	litre
	Electricity	MJ	Electricity(KWh)*PCI Electricity	KWh
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	(riotinto luzenac private bus diesel +Lieur company bus diesel +personal car diesel+ truck diesel)	
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb trimouns working day	
	lubrifiant	kg		kg
	_wires	kg		kg
output	_ trimouns talc	tonne	442924	tonne
	_CO <sub>2</sub> fossil (Electricity)	g	Electricity(kWh)*90%*75%*22	KWh
	_CO <sub>2</sub> fossil (explosive)	g		kg
	CO <sub>2</sub> fossil	g	_CO <sub>2</sub> fossil (Electricity)+ _CO <sub>2</sub> fossil (explosive)	g
	Waste mining	tonne	3006914	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg
	_used wires	kg		kg
Bulk crude	flow	units	formula	previous units
input	_trimouns talc	tonnes	outflow("_Bulk crude talc")	tonnes
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litres	transport diesel+loading truck diesel	MJ
	Transport road (Gasoline, litre)	litres	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	Propane (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> used as fuel)	MJ	office heating gas	kg
output	_bulk crude Talc	tonnes	58 188,32	tonne
Standard drying	flow	units	formula	previous units
input drying	_trimouns Talc	tonne	outflow("_dried Talc")* (1+%humidity rate lost after drying of ground talc)	tonne
	Propane (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Electricity	MJ	Electricity(kWh)*PCI Electricity	KWh
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	load truck diesel+employee transport	MJ
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	_Air	m <sup>3</sup>	estimated from our "air filter datas"	m <sup>3</sup>
	lubricant	kg		kg
output drying	_dried talc	tonne	315170,92	tonne
	CO <sub>2</sub> Electricity sécheur	g	Electricity(kWh)*90%*75%*22	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg

Standard grinding	flow	units	formula	previous units
input crusher	_dried Talc	tonne	outflow(_ground Talc)	tonne
	Engineering Steel	kg	scrap metal rate per ton of ground talc* total ground talc	g
	Electricity	MJ	(_Crusher Electricity + _3 bar network Electricity	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Water:Ground	litre	tank A plant water -micronising water -pellet water	litre
	Water Used (total)	litre	water Ground	litre
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport+UMA	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	Air	m^3	estimated from our "air filter datas"	m^3
	lubricant	kg		kg
output crusher	_ground Talc	tonne	315170,92	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2(_Electricity broyeur+_Electricity 3 bar network	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg
Micronised	flow	units	formula	previous units
input	_coarse fraction talc	tonne	29%*outflow("_micronised Talc ")	tonne
	_ground Talc	tonne	71%outflow("_micronised talc ")	
	Electricity	MJ	(_Electricity micro+_Electricity réseau 3 bar	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Water Used (total)	litre	inflow("Water: Ground)	kg
	Water: Ground	litre		kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	Air	m^3	estimated from our "air filter datas"	m^3
	lubricant	kg		kg
output	_micronised Talc	tonne	63977,74	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2(_Electricity micro+_Electricity 3 bar network	g
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg

Classified including coarse fraction	flow	units	formula	previous units
input	_ground talc	tonne	outflow("classified talc")+ outflow("_coarse fraction ")	tonne
	Electricity	MJ	( _ Electricity sélectionnés MP800+Electricity	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance*average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	_Air	m^3	estimated from our "air filter datas"	m^3
	lubricant	kg	1 397	kg
output	_classified Talc	tonne	MP800+MP400+STEAMAS +STEAMAT (coarse fraction included)	tonne
	_coarse fraction	tonne	allocation rate (cf/micronised)* total exit micronised talc	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2( _ Electricity micro+ Electricity réseau 3 bar)	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg

Classified without coarse fraction	flow	units	formula	previous units
input	_ground talc	tonne	outflow("classified Talc")	tonne
	Electricity	MJ	( _ Electricity sélectionnés MP800+Electricity sélectionnés MP400+	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car*average trip distance*average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant	
	_Air	m^3	estimated from our "air filter	m^3
	lubricant	kg	total value*allocation rate (classified/cf)	kg
output	_classified Talc	tonne	MP800+MP400+STEAMAS+STEAMAT (c	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2( _ Electricity micro+ Electricity réseau	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"*allocation rate (classified/cf)	tonne
	non mineral waste	kg	lubricant*allocation(classified/cf)	kg

coarse fraction	flow	units	formula	previous units
input	_ground talc	tonne	outflow("_talc sélectionné coarse fraction ")	tonne
	Electricity	MJ	( _MP800Electricity+_ MP400Electricity+ _3 bars Electricity + _6bars network	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day* allocation rate (cf/classified)	
	_Air	m^3	estimated from our "air filter	m^3
	lubricant	kg	total value*allocation rate (cf/classified)	kg
output	_coarse fraction Talc	tonne	allocation rate (coarse fraction/micronised)* total micronised talc exit	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2( _Electricity micronising+ _3 bars network Electricity)	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter	tonne
	non mineral waste	kg	lubricant*allocation(cf/classified)	kg

Pellet	flow	units	formula	previous units
input	_micronised Talc	tonne	outflow("_pellet Talc")* (1-additional humidity of pellet talc after micronising)	tonne
	_wetting agent	kg	value	kg
	_dispersal agent	kg	value	kg
	_PEG agent	kg	value	kg
	_Cationique agent	kg	value	kg
	_CMC agent	kg	value	kg
	Water Used (total)	litre	inflow("Water: Ground")	kg
	Water: Ground	litre	file "pelletising water"	kg
	Electricity	MJ	Electricity (pelleting + 6bars network)*pciel	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	MJ
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	_Air	m^3	estimated from our "air filter datas"	m^3
	lubricant	kg	value	kg
output	_pellet Talc	tonne	46031,16	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2 Electricity (pelletising+ 6bar network)	KWh
	Waste (unspecified, to incineration)	kg	total water*10^3	tonne
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg
Dried pellet	flow	units	formula	previous units
input	_pellet Talc	tonne	outflow("_dried pellet Talc")* (1+humidity rate lost of dried pellet talc	tonne
	Electricity	MJ	(_Dryer Electricity+ 6bars network Electricity)*pciel	KWh
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas +garage heating gas+shop heating gas	kg
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car*average trip distance*average gasoline	
	_Air	m^3	estimated from our "air filter datas"	m^3
	lubricant	kg	value	kg
output	_dried pellet Talc	tonne	17180	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2(_Dryer Electricity+6bars network Elec	KWh
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg



Packaged	flow	units	formula	previous units
input	ground Talc	tonne	$54\% \times \text{outflow}(\text{"\_packaged talc"})$	tonne
	micronised Talc	tonne	$12\% \times \text{outflow}(\text{"\_packaged talc"})$	tonne
	classified Talc	tonne	$24\% \times \text{outflow}(\text{"\_packaged talc"})$	tonne
	coarse fraction Talc	tonne	$10\% \times \text{outflow}(\text{"\_packaged talc"})$	tonne
	polypropylène (Big Bag material)	kg	Nb BB*average big bag weight	kg
	Paper (recycled)	kg	nb bags* average recycled paper bag weight* (1+recovery material rate%)	kg
	Paper (virgin)	kg	nb bags* average virgin paper bag weight* (1+recovery material rate%)	kg
	Palett	Nb pale	$(\text{total paletts}) \times (1 + \text{recovery pallet rate}\%)$	Nb palett
	Electricity	MJ	( haver Electricity+P1 Electricity+ P2 Electricity+pellet big bag Electricity +dried pellet big bag Electricity+ poudre big bag Electricity)*pciel	KWh
	Transport road (Diesel Oil, litre)	litre	diesel transport	litre
	Transport road (Gasoline, litre)	litre	%gasoline*Nb employees using own car*average trip distance*average gasoline consumption per km* Nb luzenac plant working day	
	Propane (C3H8 used as fuel)	MJ	hyster gas+shrinkage gas+ P1 heating gas+haver heating gas+office heating gas + standard dryer gas +plant heating gas+forge heating gas	kg
	Polyethylène (LDPE)	kg	average plastic mat film* nb paletts+ average protection film weight* nb BB+acorage protection film weight *nb paletts	kg
	Air	m <sup>3</sup>	estimated from our "air filter datas"	m <sup>3</sup>
	lubricant	kg	value	kg
output	packaged talc	tonne	packaged (P1+P2+HAVER treated talc ex	tonne
	CO2_Electricity	g	CO2(elec haver+P1+P2+manche granulés +manche séchés+manche poudre)	KWh
	Wastepaper	kg	recovery material rate%* (total virgin paper without additional recovery rate+ total recycled paper without additional rate)	kg
	Recovered matter (unspecified)	kg	total wood weight*recovery material rate%	kg
	Mineral Waste (inert)	kg	estimated from our "air filter datas"	tonne
	non mineral waste	kg	estimated used lubricant	kg

<b>Bulk</b>	<b>flow</b>	<b>units</b>	<b>formula</b>	<b>previous units</b>
input	<b>_classified Talc</b>	<b>tonne</b>	15%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>_ground Talc</b>	<b>tonne</b>	49%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>_micronised Talc</b>	<b>tonne</b>	4%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>_pellet Talc</b>	<b>tonne</b>	14%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>_dried pellet Talc</b>	<b>tonne</b>	9%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>_coarse fraction Talc</b>	<b>tonne</b>	10%outflow("_bulk talc")	tonne
	<b>Transport road (Diesel Oil, litre)</b>	<b>litre</b>	diesel transport	litre
	<b>Transport road (Gasoline, litre)</b>	<b>litre</b>	%gasoline*Nb employees using own car* average trip distance* average gasoline consumption per km * Nb luzenac plant working day	
	<b>Propane (C3H8 used as fuel)</b>	<b>MJ</b>	office heating gas+ bulk production gas	kg
	<b>Electricity</b>	<b>MJ</b>	Electricity (bulk crud+dried pellet+pellet +6 bars network)*pciel	KWh
	<b>_Air</b>	<b>m^3</b>	estimated from our "air filter datas"	m^3
output	<b>_Bulk Talc</b>	<b>tonne</b>	bulk powder( treated talc excluded and coarse fraction included)+ bulk pellet+bulk dried pellet	tonne
	<b>CO2_Electricity</b>	<b>g</b>	CO2 Electricity (bulk crud+dried pellet+pellet	KWh
	<b>Mineral Waste (inert)</b>	<b>kg</b>	estimated from our "air filter datas"	tonne

## Vocabulaire

### **Epichlorhydrine :**

Il s'agit d'un des membres les plus utiles de la famille des composés époxydes. Elle est généralement obtenue indirectement en faisant réagir du chlore avec du propylène. Sa principale utilisation étant la production de résines époxy (résine utilisée pour ses propriétés de résistance chimique et mécanique), qui connaissent de nombreuses applications industrielles.

### **Emulsionnant :**

Les émulsionnants agissent comme surfactifs (agents permettant de réduire la pression interfaciale d'un liquide) et stabilisants qui favorisent la formation de l'émulsion et la font résister à la coalescence de la phase discontinue.

### **Flottation :**

Méthode qui permet de séparer des corps broyés sous forme de particules (par exemple du minerai), en les immergeant dans un milieu liquide où ces particules, fixant les bulles d'air, voient leur densité diminuer.

### **Workshop :**

Atelier de travail réunissant plusieurs représentants de filiales afin de partager leur expérience sur un thème donné. Cela prend la forme de conférences et de formations organisée sur plusieurs jours selon le sujet à traiter.



## Bibliographie

**Site de l'ISO** (Organisation Internationale de normalisation) :

<http://www.iso.org>

**Site RefDoc** (« la référence en fourniture de documents scientifiques ») :

<http://www.refdoc.fr/Detailnotice?cpsidt=19606923&traduire=fr>

**Site d'EcoBilan** (une société de Price Water House Coopers) :

<https://www.ecobilan.com/>

**Site de l'IMA** (association européenne des minéraux industriels) :

<http://www.ima-eu.org>

**Site de l'entreprise Horizon GPL** (installation et réparation des équipements GPL) :

[http://www.horizongpl.com/tout\\_gpl\\_cquoi.php](http://www.horizongpl.com/tout_gpl_cquoi.php)

**Site du fournisseur d'énergie ElectraBel** :

<http://www.electrabel.be>

**Site des énergies renouvelables** :

<http://www.energies-renouvelables.org/>

**Communication de la commission européenne** sur l'Analyse de Cycle de Vie :

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2003:0302:FIN:fr:PDF>

**Rapport de méthodologie d'Ecobilan** pour la récolte des données :

<http://www.ima->

[eu.org/fileadmin/downloads/sustainable/LCA\\_project/IMA\\_\\_ELCD\\_Methodology\\_report\\_04.pdf](http://www.ima-eu.org/fileadmin/downloads/sustainable/LCA_project/IMA__ELCD_Methodology_report_04.pdf)

**Fiche Technique Santé Sécurité:**

[www.solvaychemicals.us/static/wma/pdf/5/0/8/.../EPI-fr.pdf](http://www.solvaychemicals.us/static/wma/pdf/5/0/8/.../EPI-fr.pdf)

**Fiche Produit des explosifs** :

[http://www.titanobel.com/fichiers\\_produits/FICHE-EMULS-FR.pdf?PHPSESSID=fb9a757a099615d651fd0dfcc4e1f20c](http://www.titanobel.com/fichiers_produits/FICHE-EMULS-FR.pdf?PHPSESSID=fb9a757a099615d651fd0dfcc4e1f20c)

**Power Point en ligne**

« Les Explosifs - Maîtrise du minage » Entreprise NITRO-BICKFORD en partenariat avec l'école des Mines de Nantes :

[http://www.mines.inpl-nancy.fr/geoingenierie/wp/wp-](http://www.mines.inpl-nancy.fr/geoingenierie/wp/wp-content/uploads/st253/YannickBLEUZENAbattageExplosif.ppt#315,12,Plan de)

[content/uploads/st253/YannickBLEUZENAbattageExplosif.ppt#315,12,Plan de](http://www.mines.inpl-nancy.fr/geoingenierie/wp/wp-content/uploads/st253/YannickBLEUZENAbattageExplosif.ppt#315,12,Plan de)  
Foration